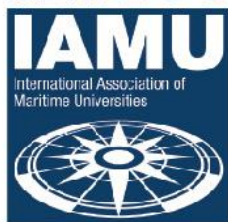


ISBN: 978-604-937-127-1



2016

HỘI NGHỊ QUỐC TẾ KHOA HỌC CÔNG NGHỆ HÀNG HẢI 2016

THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON MARINE SCIENCE AND TECHNOLOGY 2016

Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

26-29 tháng 10 năm 2016



NHÀ XUẤT BẢN HÀNG HẢI

Supported by  日本財団 THE NIPPON FOUNDATION



KỶ YẾU PROCEEDINGS

**HỘI NGHỊ QUỐC TẾ
KHOA HỌC CÔNG NGHỆ HÀNG HẢI 2016**

**THE INTERNATIONAL CONFERENCE
ON MARINE SCIENCE AND TECHNOLOGY 2016**

ISBN: 978-604-937-127-1

HẢI PHÒNG, 10 - 2016

HỘI NGHỊ QUỐC TẾ KHOA HỌC CÔNG NGHỆ HÀNG HẢI 2016
THE INTERNATIONAL CONFERENCE
ON MARINE SCIENCE AND TECHNOLOGY 2016

BAN TỔ CHỨC
ORGANIZING COMMITTEE

Đồng Trưởng ban/ Co-Chairmans

Prof. Dr. Luong Cong Nho,
President, Vietnam Maritime University

Prof. Neil Bose,
IAMU Chair, Australian Maritime College

Các Phó trưởng ban/ Deputy Chairmans

Dr. Pham Xuan Duong,
Vice President, Vietnam Maritime University

Dr. Takeshi Nakazawa, Executive Director,
IAMU Secretariat

Assoc. Prof. Dr. Dinh Xuan Manh
Vice President, Vietnam Maritime University

Dr. Cleopatra Doumbia-Henry,
World Maritime University

Các Ủy viên/ Members

Assoc. Prof. Dr. Nguyen Viet Thanh,
Vietnam Maritime University
Dr. Le Quoc Tien,
Vice President, Vietnam Maritime University

Assoc. Prof. Dr. Nguyen Hong Van,
Vietnam Maritime University
Assoc. Prof. Dr. Nguyen Dai An,
Vietnam Maritime University

Dr. Nguyen Thanh Son,
Vietnam Maritime University

Dr. Nguyen Manh Cuong,
Vietnam Maritime University

Dr. Nguyen Tri Minh,
Vietnam Maritime University
Assoc. Prof. Dr. Tran Anh Dung,
Vietnam Maritime University

Assoc. Prof. Dr. Dao Van Tuan,
Vietnam Maritime University
Assoc. Prof. Dr. Dang Cong Xuong,
Vietnam Maritime University

Dr. Nguyen Huu Tuan,
Vietnam Maritime University

Prof. Zarusz Zarebski,
Gdynia Maritime University
Commodore Prof. DSc. Boyan Mednikarov,
Nikola Vatsparov Naval Academy

Prof. Dr. Abdi Kukner,
Istanbul Technical University
Prof. Dr. Ismail Abdel Ghata Ismail Farag,
Arab Academy for Science, Technology and
Maritime Transport

Dr. Glen Blackwood,
Fisheries and Marine Institute of Memorial
University of Newfoundland

Mr. Mitsuyuki Unno,
Nippon Foundation

Assoc. Prof. Dr. Do Duc Luu,
Vietnam Maritime University
Assoc. Prof. Dr. Le Van Diem,
Vietnam Maritime University

Assoc. Prof. Dr. Do Quang Khai,
Vietnam Maritime University
Assoc. Prof. Dr. Vu Tru Phi,
Vietnam Maritime University

Dr. Pham Tien Dung,
Vietnam Maritime University

**HỘI ĐỒNG BIÊN TẬP
EDITORIAL COMMITTEE**

Chủ tịch Hội đồng/ *Chairman*

Prof. Dr. Luong Cong Nho,
President, Vietnam Maritime University

Phó chủ tịch Hội đồng/ *Deputy Chairman*

Dr. Pham Xuan Duong,
Vice President, Vietnam Maritime University

Dr. Takeshi Nakazawa, Executive Director,
IAMU Secretariat

Thư ký Hội đồng/ *Secretary*

Assoc. Prof. Dr. Nguyen Hong Van,
Vietnam Maritime University

Các uỷ viên Hội đồng/ *Members of Committee*

Assoc. Prof. Dr. Dinh Xuan Manh,
Vice President, Vietnam Maritime University

Assoc. Prof. Dr. Nguyen Dai An,
Vietnam Maritime University

Assoc. Prof. Dr. Tran Anh Dung,
Vietnam Maritime University

Assoc. Prof. Dr. Dang Cong Xuong,
Vietnam Maritime University

Dr. Nguyen Thanh Son,
Vietnam Maritime University

Assoc. Prof. Dr. Dao Van Tuan,
Vietnam Maritime University

Assoc. Prof. Dr. Do Quang Khai,
Vietnam Maritime University

Dr. Glen Blackwood,

Fisheries and Marine Institute of Memorial
University of Newfoundland

Prof. Dr. Bogumil Laczynski,
Gdynia Maritime University,

Prof. Zarusz Zarebski,
Gdynia Maritime University

Prof. Dr. Ismail Abdel Ghata Ismail Farag,
Arab Academy for Science, Technology and
Maritime Transport

Commodore Prof. DSc. Boyan Mednikarov,
Nikola Vatsparov Naval Academy

Prof. Dr. Abdi Kukner,
Istanbul Technical University

Dr. Pham Tien Dung,
Vietnam Maritime University

Kỷ yếu Hội nghị quốc tế Khoa học Công nghệ Hàng hải 2016

Proceedings of The International Conference on Marine Science and Technology 2016

ISBN: 978-604-937-127-1

QĐXB số 115/QĐXB-NXBHH ngày 19/9/2016

LỜI NÓI ĐẦU

Trải qua 60 năm xây dựng và trưởng thành, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam đã ngày càng khẳng định uy tín về chất lượng đào tạo, huấn luyện, nghiên cứu khoa học, chuyển giao công nghệ, hợp tác quốc tế... Với uy tín đó, Nhà trường đã được công nhận là thành viên của nhiều Hiệp hội uy tín trên thế giới như: Diễn đàn các Trường Đại học Hàng hải và Đánh cá Khu vực Châu Á (Asian Maritime and Fisheries Universities Forum, AMFUF) năm 2002, Hiệp hội các Trường Đại học Hàng hải Châu Á - Thái Bình Dương (Association of Maritime Education and Training Institutions in Asia - Pacific, AMETIAP - nay là GlobalMET) năm 2002, đặc biệt là Hiệp hội các Trường Đại học Hàng hải Quốc tế (International Association of Maritime University, IAMU) năm 2004.

Nhân kỷ niệm 60 năm ngày thành lập Trường Đại học Hàng hải Việt Nam (1/4/1956 - 1/4/2016), Trường Đại học Hàng hải Việt Nam vinh dự được đăng cai tổ chức **Hội nghị thường niên lần thứ 17 của Hiệp hội các trường Đại học Hàng hải Quốc tế (IAMU - The 17th Annual General Assembly 2016)** và **Hội nghị Quốc tế Khoa học Công nghệ Hàng hải 2016 (International Conference on Marine Science and Technology 2016)**, diễn ra từ ngày 26 đến 28/10/2016. Hội nghị sẽ quy tụ hơn một trăm các nhà khoa học, các chuyên gia quốc tế đến từ trên 50 trường đại học hàng hải trên toàn thế giới, hàng trăm các nhà khoa học, các chuyên gia của các trường đại học, học viện, các cơ sở trong cả nước và của Trường.

Đây là dịp để các Nhà khoa học, các chuyên gia trong và ngoài nước công bố những dự án nghiên cứu, các kết quả nghiên cứu về Đào tạo, huấn luyện hàng hải; Khoa học, công nghệ hàng hải, Giao thông vận tải, Kinh tế biển, Môi trường biển,...; Tăng cường hợp tác trong và ngoài nước nhằm nâng cao chất lượng đào tạo và huấn luyện, an toàn và an ninh hàng hải, bảo vệ môi trường, đặc biệt là môi trường biển,...

Đây cũng là cơ hội để các nhà giáo, nhà khoa học, các chuyên gia của Trường Đại học Hàng hải Việt Nam được học hỏi, trao đổi kinh nghiệm với các đồng nghiệp trong nước và quốc tế. Qua đó đẩy mạnh hơn nữa công tác đào tạo, huấn luyện, nghiên cứu khoa học, chuyển giao công nghệ và tăng cường hợp tác quốc tế theo chiều sâu, góp phần quan trọng vào sự nghiệp công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước đồng thời sớm đưa Nhà trường đạt được mục tiêu trở thành Trường Đại học trọng điểm Quốc gia, đạt đẳng cấp quốc tế.

Ban tổ chức xin trân trọng cảm ơn các nhà giáo, nhà khoa học, các chuyên gia trong và ngoài nước đã tích cực tham gia viết bài và đóng góp quý báu góp phần để **Hội nghị thường niên lần thứ 17 của Hiệp hội các trường Đại học Hàng hải Quốc tế và Hội nghị Quốc tế Khoa học Công nghệ Hàng hải 2016** tổ chức tại Trường Đại học Hàng hải Việt Nam thành công./.

NGND. PGS. TS. Lương Công Nhó
Hiệu trưởng Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

MỤC LỤC

PHÂN BAN HÀNG HẢI SESSION ON NAVIGATION		
1.	Tầm quan trọng của công tác đào tạo, huấn luyện trên biển đối với đảm bảo an toàn cho thuyền viên <i>The importance of education and training at sea to ensure the safety for seafarers</i>	1
	Nguyễn Mạnh Cường	
2.	Tính toán mô phỏng và đề xuất giải pháp giảm thiểu hiện tượng xâm thực tại mép thoát bánh lái tàu thủy <i>Calculation, simulation and proposing the solution to reduce the cavitation area on the edge of ship rudder</i>	8
	Phạm Kỳ Quang, Nguyễn Mạnh Cường, Vũ Văn Duy, Cổ Tấn Anh Vũ	
3.	Đề xuất mô hình năng lực xử lý của sỹ quan hàng hải Việt Nam trong tình huống tồn tại nguy cơ đâm va trên biển trong ca trực độc lập <i>Proposals on handling competency model of Vietnamese deck officers in situation of existing risk of collision with another vessel in condition of single watch at sea</i>	14
	Mai Xuân Hương, Nguyễn Kim Phương, Lê Quang Huy, Bùi Quang Khánh	
4.	Nghiên cứu quy hoạch tối ưu mạng đài bờ MF trong hệ thống GMDSS Việt Nam <i>Study on optimal planning MF coast station in the GMDSS Vietnam</i>	20
	Nguyễn Thái Dương, Nguyễn Cảnh Sơn, Trần Xuân Việt, Cao Đức Hạnh, Nguyễn Trọng Đức	
5.	Chương trình cung cấp thông tin ổn định tai nạn của tàu hàng khô cho sỹ quan hàng hải <i>The program providing damage stability information of dry cargo ship for deck officer</i>	28
	Bùi Văn Hưng, Nguyễn Kim Phương	
6.	Sự điều chỉnh của pháp luật quốc tế về an ninh hàng hải đối với hiểm họa vận chuyển trái phép ma túy bằng đường biển <i>International maritime security law on counter drug trafficking at sea</i>	38
	Lương Thị Kim Dung	
7.	Những khiếu nại phát sinh tranh chấp trong hoạt động xuất khẩu thuyền viên <i>Claims leading to disputation in seafarer export activities</i>	45
	Đào Quang Dân	
8.	Determining hydrodynamic coefficients of surface marine crafts	51
	Do Thanh Sen, Tran Canh Vinh	

PHÂN BAN CƠ KHÍ ĐỘNG LỰC
SESSION ON MECHANICAL DYNAMICS

9.	Nghiên cứu mô phỏng sai số trong đo và xử lý tín hiệu mô men xoắn trên hệ trục chính diesel tàu thủy <i>Study on error simulation in the measurement and data processing of the torsional moment on the shaft-line of the marine diesel propulsion plant</i>	61
	Đỗ Đức Lưu, Hoàng Văn Sĩ, Lê Văn Vang	
10.	Xác định lượng tiêu thụ không khí của động cơ diesel bằng thực nghiệm <i>Experimental determination of air flow of diesel</i>	69
	Nguyễn Hà Hiệp, Lương Đình Thi, Vũ Đình Độ	
11.	Nghiên cứu và xây dựng mô hình toán học động lực học chuyển động và mô phỏng đặc tính quay vòng của tàu thủy <i>Researching and building mathematical models and simulation hydrodynamic characteristics of ship's circulation</i>	75
	Đoàn Văn Hòa, Nguyễn Hà Hiệp, Nguyễn Hải Sơn	
12.	Đánh giá ảnh hưởng của việc tuần hoàn khí thải (EGR) đến các chỉ tiêu kinh tế, năng lượng, môi trường của động cơ diesel tàu thủy 6S185L-ST <i>Assessment on the impact of exhaust gas recirculation (EGR) on economic, energy and environment criteria of marine diesel engine 6S185L-ST</i>	83
	Vũ Ngọc Khiêm	
13.	Nghiên cứu tổ chức và tính chất phối tẩm hợp kim đồng Cu-3Si-1Mn-1Zn làm tiếp điểm cho cụm giao liên cao tần radar <i>Researching on microstructures and properties plate slap of copper alloy Cu-3Si-1Mn-1Zn for slip ring of radar</i>	91
	Sái Mạnh Thắng, Trần Ngọc Thanh, Trần Thị Thanh Vân, Phạm Huy Tùng, Nguyễn Dương Nam	
14.	Tính toán hệ thống bôi trơn của động cơ B6 trên xe PT-76 sau khi cường hóa bằng tăng áp <i>Calculation of the boosted B6 engine lubrication system on the PT-76 multi-purpose vehicle</i>	99
	Lương Đình Thi, Nguyễn Hà Hiệp	
15.	Đánh giá giảm phát thải bồ hóng của động cơ diesel tàu thủy khi sử dụng bộ lọc DPF <i>Evaluating the decrease of soot emission of ship diesel engine using DPF filter</i>	104
	Vũ Ngọc Khiêm	
16.	Nghiên cứu mô phỏng quá trình cháy hỗn hợp nhiên liệu dầu thực vật - dầu diesel trong động cơ diesel tàu thủy HANSHIN 6LU32 <i>Simulation study on the combustion process of marine diesel engine HANSHIN 6LU32 fueled by the blends of pure plant oil and diesel oil</i>	111
	Phạm Xuân Dương, Trần Thế Nam	

17.	Nghiên cứu chế tạo sơn chống ăn mòn không dung môi hữu cơ trên cơ sở nhựa epoxy có phụ gia nano <i>Study of free organic solvents anti-corrosion paint from epoxy resins with additives nano</i>	120
	Nguyễn Thị Bích Thủy, Lê Ngọc Lý, Ngô Thị Hồng Quế, Nguyễn Mạnh Hà, Nguyễn Thị Mỹ Trang, Trần Quang Vĩnh	
18.	Khảo sát ảnh hưởng của độ nhớt, tỷ trọng nhiên liệu đến quá trình hình thành và phát triển của tia phun trong buồng cháy động cơ diesel <i>Investigating the effect of viscosity, density to the formation and development of fuel spray in diesel combustion chamber</i>	128
	Phùng Văn Được, Nguyễn Hoàng Vũ, Trần Thị Tuyết	
19.	Nghiên cứu, xây dựng mô phỏng dao động trên gối động máy cân bằng động đặt nằm ngang <i>Studying, creating vibrosimulation on the dynamic pillows of the horizontal dynamic balancing machine</i>	136
	Đỗ Đức Lưu, Lại Huy Thiện, Lưu Minh Hải, Cao Đức Hạnh	
20.	Tính toán dao động xoắn tuần hoàn của hệ truyền động trong máy cắt vật liệu <i>Calculating periodic torsional oscillation of transmission systems in material cutting machines</i>	144
	Hoàng Mạnh Cường	
21.	Nghiên cứu sử dụng mạng CAN Bus trong điều khiển giám sát cấp nhiên liệu điện tử cho động cơ diesel tàu thủy khi dùng hỗn hợp nhiên liệu dầu thực vật/ dầu DO <i>Study on utilizing CAN Bus network in Electronic Fuel Injection control for marine diesel engine fueled by blends of plant oil and diesel oil</i>	152
	Nguyễn Đại An, Tăng Văn Nhất, Trần Thị Lan	
22.	Thiết kế quy luật điều khiển cho hệ thống phi tuyến với tín hiệu vào có biên độ và độ dốc bị chặn <i>Controller design of feedback systems containing nonlinearity for inputs with bounded magnitude and slope</i>	160
	Nguyễn Hoàng Hải, Phan Văn Dương, Vũ Tiến Mạnh	
23.	Tính toán mô phỏng động lực học dòng khí xả qua tua bin tăng áp <i>Usage of CFD to study the dynamics of exhaust flow through turbocharger</i>	169
	Lê Văn Diễm, Vũ Văn Duy, Nguyễn Chí Công, Nguyễn Văn Thịnh	
24.	Nghiên cứu hoàn thiện chương trình tính toán cho thiết bị phân tích quá trình công tác của động cơ đốt trong <i>Completed research program for computational analysis equipment working process of internal combustion engines</i>	176
	Nguyễn Trí Minh, Trương Văn Đạo, Đông Mạnh Hùng	

25.	Xác định sự không phù hợp giữa vỏ tàu - chân vịt - động cơ chính trong khai thác <i>Estimation on the miss-matching between ship's hull - propeller and main engine in operation</i>	182
	Nguyễn Hùng Vượng	
26.	Nghiên cứu ảnh hưởng của hình dáng thân tàu chở khách cỡ nhỏ đến đặc tính khí động học của tàu <i>Study on effects of hull form on hydrodynamic performances of a boat</i>	188
	Ngô Văn Hê, Hoàng Văn Hiếu, Lê Thị Thái	
27.	Giám sát tải trọng động cơ diesel thông qua tín hiệu nhiệt độ khí thải <i>Supervision of engine load through signal of exhaust temperature</i>	197
	Bùi Hải Triều, Bùi Việt Đức	
28.	Influence of process parameters on microstructures and properties of the heat-affected zone (HAZ) and fusion zone (FZ) of the dissimilar metal welding	202
	Le Thi Nhung, Nguyen Duc Thang, Pham Huy Tung, Pham Mai Khanh	
29.	An optimal gear design method for minimization of transmission vibration	207
	Nguyen Tien Dung, Nguyen Thanh Cong	
PHÂN BAN ĐÓNG TÀU - CÔNG TRÌNH NỘI SESSION ON SHIP PRODUCTION AND FLOATING CONSTRUCTION		
30.	Nghiên cứu đánh giá sự thay đổi ổn định của tàu trên sóng trong giai đoạn thiết kế ban đầu <i>Evaluation on the changes of ship stability in waves in the initial design stage</i>	213
	Trần Ngọc Tú, Nguyễn Thị Thu Quỳnh, Trần Việt Hà	
31.	Nghiên cứu các chỉ tiêu đánh giá tính hiệu quả trong thiết kế tàu vận tải <i>Research on assessing efficiency criteria in designing merchant ships</i>	218
	Nguyễn Thị Thu Quỳnh, Nguyễn Thị Hải Hà	
32.	Tính toán lực cản sóng của tàu ba thân bằng phương pháp nghiệm hữu hạn <i>Estimating wave resistance of trimaran using finite root method</i>	226
	Nguyễn Văn Võ	
33.	Tính toán xác suất lật của tàu trên sóng ứng dụng phương pháp Melnikov <i>Calculation of capsizing probability of ship in waves based on Melnikov's method</i>	232
	Lê Thanh Bình, O.I.Solomensev	
34.	Tính toán ổn định giàn khoan biển di động <i>Calculations of stability for mobile offshore rigs</i>	238
	Vũ Viết Quyền	

35. Establish random wave surface by a suitable spectrum in the Vietnam's sea 246

Nguyen Thi Thu Le,
Le Hong Bang, Do Quang Khai

**PHÂN BAN XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH
SESSION ON CIVIL ENGINEERING**

36. Tính toán công trình biển dạng khung chịu tải trọng sóng ngẫu nhiên 251
Calculation of offshore structure frame format under random wave loads

Đào Văn Tuấn

37. Xác định chiều cao giá búa khi thi công đóng cọc bằng búa diesel 260
Calculation of the height of pile driving mast for pile driving construction by diesel hammer

Đoàn Thế Mạnh

38. Ảnh hưởng của lỗ thủng trong sàn nhà dân dụng 264
Influence of openings slabs in the floor structure

Nguyễn Tiến Thành

39. Ứng dụng phân tích đẳng hình học trong bài toán biến dạng phẳng của lý thuyết đàn hồi 271
Application of isogeometric analysis in plane strain

Phạm Quốc Hoàn

40. Giải pháp xây dựng đập ngầm trên sông Hậu ngăn mặn xâm nhập đồng bằng sông Cửu Long 277
Solution with underwater sill construction in Hau river to prevent the salt intrusion into Cuu Long delta

Phạm Văn Khôi, Đoàn Thị Hồng Ngọc

41. Động lực học trong va chạm giữa tàu với tàu 282
Dynamics of collision between vessel and vessel

Trần Đức Phú

42. Nghiên cứu dao động của dầm chủ cầu treo nhịp lớn bằng phần mềm ANSYS 289
Study on the vibration of long-span suspension bridges by using ANSYS software

Trần Ngọc An

43. Đánh giá độ bền và khả năng chống ăn mòn của một số hệ màng sơn tàu thủy trong bảo vệ kết cấu thép xây dựng 296
Assessment of durability and evaluation of the resistance to corrosion of some paint systems for ship building for protection of steel structure

Bùi Quốc Bình

44. Tính toán bền hệ thống dây neo công trình biển bán chìm. Áp dụng cho điều kiện biển Việt Nam 301
Calculation of the dynamics mooring systems of semi-submersible oil platform. An applicaton to Vietnam's sea conditions

Nguyễn Hoàng

45.	Xây dựng các mô hình thi công lắp dựng bến lắp ráp nhanh <i>Research on calculating models in construction phases of rapid installation piers</i>	306
Nguyễn Thị Bạch Dương		
46.	Nghiên cứu tính toán cửa thép phẳng âu tàu <i>Calculation of flat steel gate of the navigation lock</i>	317
Nguyễn Thị Diễm Chi		
47.	Thiết kế nút khung chịu mô men của hệ kết cấu khung thép chịu động đất có giảm yếu tiết diện dầm <i>Design of connection moment resisting frame of steel frame to be earthquakes have reduced beam section</i>	321
Trịnh Duy Thành, Nguyễn Thị Kim Thịnh		
48.	Effects of breakwater on deposition-erosion process in access channel of Dung Quat thermal power plant	329
Doan Thi Hong Ngoc, Pham Van Khoi		
PHÂN BAN ĐIỆN, ĐIỆN TỬ - TỰ ĐỘNG HÓA - CÔNG NGHỆ THÔNG TIN SESSION ON ELECTRICAL - ELECTRONICS, AUTOMATION AND INFORMATION TECHNOLOGY		
49.	Ứng dụng bộ lọc Kalman mở rộng cho hệ thống lái thích nghi tàu thủy <i>Using extended Kalman filter to design ship's adaptive autopilot system</i>	333
Đình Anh Tuấn, Hoàng Đức Tuấn, Phạm Tâm Thành		
50.	Nghiên cứu hệ điều khiển hành trình có thích nghi - ACC cho xe ô tô bằng công cụ Matlab Simulink <i>Study on adaptive cruise control - ACC for vehicle with Matlab Simulink</i>	342
Lưu Kim Thành, Trần Anh Dũng, Đào Quang Khanh		
51.	Giám sát nhiệt độ ứng dụng module USB-6008 và phần mềm LabVIEW <i>Monitor temperature using USB-6008 module and LabVIEW software</i>	350
Nguyễn Khắc Khiêm, Trần Sinh Biên		
52.	Giải pháp mạng truyền thông cho hệ thống truyền động điện nhiều biến tần - Động cơ không đồng bộ <i>Communication network solutions for electric drive system with multi-inverters - Induction motor</i>	357
Hoàng Xuân Bình, Nguyễn Khắc Khiêm, Vũ Ngọc Minh		
53.	Yêu cầu và các giải pháp để nâng cao chất lượng đào tạo cho ngành Điện tự động tàu thủy thuộc Khoa Điện - Điện tử <i>Practical requirements and solutions to improve the quality of education and training for the marine electrical engineering major at Faculty of Electrical and Electronics Engineering</i>	364
Vương Đức Phúc, Đào Minh Quân		

54.	Nâng cao chất lượng ổn định hướng đi tàu thủy sử dụng bộ quan sát trạng thái <i>Improving stability of ship directions using state observer</i>	373
Nguyễn Hữu Quyền, Trần Anh Dũng		
55.	Nghịch lưu đa mức <i>Multilevel Inverter</i>	379
Đặng Hồng Hải, Phạm Văn Toàn		
56.	Mô phỏng robot PUMA560 sử dụng Robotics Toolbox <i>Simulation of Robot PUMA560 using Robotics Toolbox</i>	387
Phạm Tâm Thành, Đinh Anh Tuấn, Lê Kế Đạt		
57.	Nghiên cứu khảo sát động học và chiến lược điều khiển động cơ đồng bộ kích thích nam châm vĩnh cửu <i>Research on dynamics model and strategies control for a Permanent Magnet Synchronous Motor</i>	396
Phạm Tâm Thành, Đinh Anh Tuấn		
58.	Bộ tự động phân chia tải cho hai diesel lai chung chân vịt theo thuật toán lấy giá trị cực đại giữa hai tín hiệu ra của hai bộ điều chỉnh tốc độ <i>A control structure of load sharing for parallel diesels driven propeller applied maximum of two output values of speed controllers</i>	406
Lưu Kim Thành, Lưu Hoàng Minh		
59.	Nhận diện hành động người sử dụng qua thiết bị di động <i>Recognizing human activities via mobile devices</i>	415
Lê Trí Thành, Trần Đình Vương, Thái Thanh phú		
60.	Phương pháp xây dựng cơ sở hạ tầng như một dịch vụ điện toán đám mây <i>A method for building infrastructure as a cloud service</i>	422
Trần Thị Hương, Nguyễn Hạnh Phúc, Võ Văn Thưởng		
61.	Xây dựng hệ thống tính toán song song cho bài toán tính FFT hữu hạn <i>Design of parallel computing system for solving limited FFT problem</i>	429
Nguyễn Bình Minh, Lê Quốc Định, Nguyễn Trọng Đức		
62.	Xây dựng ăng ten Logo ứng dụng trong hệ thống nhận dạng bằng sóng vô tuyến <i>Design of Logo antenna application in radio frequency identification technology</i>	435
Phạm Trung Minh, Ngô Quốc Vinh, Cao Đức Hạnh, Nguyễn Trọng Đức		
63.	Một số phương pháp gia tăng hiệu suất xử lý trên GPU đối với các bài toán song song không đầy đủ <i>Methods to enhance the computing performance on GPU in not-fully parallelized problems</i>	441
Vũ Đình Trung, Nguyễn Trọng Đức		

64.	Công nghệ ảo hóa và giải pháp ảo hóa máy chủ với KVM <i>Virtualization technology and server virtualization solution using KVM</i>	448
	Phạm Ngọc Duy, Võ Văn Thường, Lương Thanh Nhạn	
65.	Xây dựng hệ thống nhận dạng giới tính tự động sử dụng LPQ <i>Towards building an automatic gender classification system using LPQ</i>	460
	Nguyễn Hữu Tuân, Trịnh Thị Ngọc Hương, Lê Quyết Tiến	
PHÂN BAN KINH TẾ HÀNG HẢI SESSION ON MARITIME BUSINESS		
66.	Một số giải pháp kết nối đất liền với các vùng biển và hải đảo khu vực Miền Bắc Việt Nam <i>Some solutions for connecting inland to the sea and island regions in the Northern part of Vietnam</i>	468
	Vũ Trụ Phi	
67.	Tính toán và lựa chọn phương án tối ưu cho hệ thống vận tải gạo xuất khẩu của Việt Nam đến năm 2030 <i>Calculation and selection of the optimum solution to the exported rice shipping system of Vietnam until 2030</i>	474
	Nguyễn Thị Liên	
68.	Tác động của hiệp định đối tác xuyên Thái Bình Dương (TPP) tới nền kinh tế Việt Nam <i>Analyzing potential impacts of Trans-Pacific Partnership on Vietnam's Economy</i>	481
	Lê Thanh Phương	
69.	Vận dụng mô hình bảng điểm cân bằng trong kế toán quản trị để nâng cao hiệu quả hoạt động cho các doanh nghiệp Vận tải biển Việt Nam <i>Applying balance scorecard model in managerial accounting to enhance performance efficiency of Vietnam's shipping companies</i>	485
	Đỗ Thị Mai Thơm	
70.	Các yếu tố ảnh hưởng đến cầu vận chuyển hàng hóa bằng đường biển <i>Factors influencing to demand of sea transportation</i>	489
	Trương Thị Như Hà	
71.	Sử dụng mô hình VAR để xác định mối quan hệ giữa một số chỉ tiêu kinh tế vĩ mô với sản lượng vận chuyển hàng hóa bằng đường biển ở Việt Nam <i>Using VAR model to determine the relationship between some macroeconomic indicators and transport volume of seaborne trade in Vietnam</i>	494
	Nguyễn Thị Thúy Hồng	
72.	Dự tính nhu cầu đội tàu dầu của Việt Nam đến năm 2020 <i>Estimation of the demand for Vietnam's tanker fleet to 2020</i>	500
	Nguyễn Hữu Hùng, Bùi Thanh Hải	
73.	Các nhân tố ảnh hưởng đến cấu trúc vốn của doanh nghiệp niêm yết trên Sở Giao dịch chứng khoán Hà Nội <i>Capital structure determinants of publicly listed companies on Hanoi Stock Exchange</i>	506
	Hoàng Bảo Trung	

74.	Đề xuất hướng mở rộng vùng hấp dẫn đối với khu vực cảng biển phía bắc Việt Nam <i>Proposals for the trends of expansion attractive regions for group or ports in the North of Vietnam</i>	514
	Đặng Công Xưởng	
75.	Rào cản rời ngành - yếu tố cản trở quá trình tái cơ cấu đội tàu biển Việt Nam <i>Barrier to exit-the factor inhibits restructuring process of the Vietnam's merchant fleet</i>	518
	Nguyễn Thị Thúy Hồng	
76.	Thực trạng cơ cấu đội tàu thế giới giai đoạn 2006 - 2015 <i>Structure of world fleet during period of 2006 to 2015</i>	523
	Nguyễn Cảnh Hải	
77.	Đề xuất mô hình toán học ứng dụng cho phát triển đội tàu vận chuyển dầu thô cho nhà máy lọc dầu của Việt Nam giai đoạn 2016 - 2020 <i>Recommendation on mathematical model for developing fleets carrying crude oil for Vietnam's refineries in the period of 2016 to 2020</i>	533
	Bùi Thanh Hải	
78.	Nghiên cứu thực trạng và hàm hồi quy tổng lượng hàng container thông qua cảng biển Việt Nam theo thời gian <i>Research on regression function and reality of total container cargo throughput in Vietnam's ports</i>	540
	Phạm Thị Thu Hằng	
79.	Chi phí vận tải than nhập khẩu cho các trung tâm nhiệt điện khu vực đồng bằng Sông Cửu Long <i>Transport cost of importing coal for thermal power centre in the Cuu Long delta area</i>	551
	Phạm Việt Hùng	
80.	Container transport by river - sea hybrid vessel in the North of Vietnam	557
	Duong Van Bao	
81.	What does Vietnam gain and lose from Trans - Pacific Partnership?	564
	Do Thi Mai Thom	
82.	Volatility of shipping stock return the case of Maersk	568
	Pham Van Huy	
PHÂN BAN MÔI TRƯỜNG SESSION ON ENVIRONMENTAL ENGINEERING		
83.	Nghiên cứu hiện trạng môi trường trầm tích đảo Bạch Long Vĩ <i>Research on situation of sediment environment of Bach Long Vi island</i>	573
	Nguyễn Đại An, Nguyễn Thị Kim Dung, Nguyễn Thị Huệ	

84.	Nghiên cứu sự tạo phức của một số ion kim loại với Glyxin bằng phương pháp phổ hấp thụ hồng ngoại <i>Research on the creation of complex of some metal ion with Glycine by infrared absorption spectrum method</i>	579
	Lê Văn Huỳnh, Ngô Kim Định	
85.	Nghiên cứu xử lý nước thải nhà máy sản xuất giấy bằng phương pháp fenton điện hóa <i>Research on wastewater treatment of paper factory by fenton electrochemical method</i>	585
	Lê Văn Huỳnh, Ngô Kim Định	
86.	Nghiên cứu biến tính TiO₂ với kim loại Ce và Fe bằng phương pháp Sol-Gel <i>Study on doping TiO₂ with Ce and Fe by sol-gel method</i>	591
	Nguyễn Thị Đào	
87.	Nghiên cứu khả năng hấp phụ kim loại Cu, Pb, Zn, Cd trong nước thải bằng vật liệu hấp phụ chế tạo từ mùn cưa <i>Study on adsorption capacity of heavy metals (Cu, Pb, Zn, Cd) in wastewater using fabricated material from sawdust</i>	595
	Đinh Thị Thúy Hằng, Phạm Thị Tuyết, Nguyễn Thị Xoan	
88.	Sinh tổng hợp enzyme β-1,3-Glucanase ở dịch thể nấm hương (<i>Lentinus edodes</i>) và tiềm năng điều chế chất hoạt tính sinh học tăng cường miễn dịch <i>Biosynthetic enzyme β-1,3-glucanase from humoral mushrooms (<i>Lentinus edodes</i>) and potential of preparing substances with high biological activity in strengthening the immune system</i>	602
	Nguyễn Thị Hồng Vân	
89.	Hiện trạng thuốc trừ cỏ paraquat trong môi trường nước huyện Mai Châu (Hòa Bình) và đề xuất phương pháp xử lý <i>Situation of paraquat herbicide in water environment in Mai Chau district, Hoa Binh province and proposal methods for treatment</i>	610
	Nguyễn Thị Phương Mai, Nguyễn Thị Huệ, Phạm Quốc Việt, Hoàng Nam, Đậu Xuân Tiến	
90.	Khả năng phân giải Ligno - Xenluloza của một số chủng nấm thuộc lớp basidiomycetes <i>Ligno - Cellulosic resolution capability of basidiomycetous mushrooms</i>	618
	Nguyễn Thị Minh Nguyệt, Trương Thị Hạnh, Phạm Thị Hoa	
91.	Nghiên cứu sản xuất phân bón hữu cơ từ cây rong đuôi chó trong đầm nuôi thủy sản <i>Producing organic fertilizer from ceratophyllum in aquaculture lagoon</i>	625
	Phạm Thị Dương, Đinh Thị Thúy Hằng, Bùi Đình hoàn, Nguyễn Thanh Tuấn	
92.	Tính hệ số tích tụ thủy ngân của loài ngao <i>Meretrix lyrata</i> nuôi tại vùng ven biển Hải Phòng <i>Determination of mercury accumulation factor in hard clam (<i>Meretrix lyrata</i>) in Hai Phong coastal water</i>	631
	Lê Xuân Sinh, Nguyễn Hoàng Yến	

93.	Sử dụng các chỉ số để đánh giá chất lượng nước và phân loại mức độ phú dưỡng của vùng nước ven biển miền Bắc Việt Nam <i>Using of indexes to evaluate water quality and classification level of eutrophication of coastal waters in the Northern part of Vietnam</i>	638
	Lê Văn Nam, Trần Hữu Long	
94.	Nghiên cứu đề xuất quy hoạch hệ thống tiếp nhận chất thải từ tàu cho khu vực cảng biển Hải Phòng để đáp ứng các yêu cầu của Công ước MARPOL 73/78 <i>Proposals for planning of system receiving waste from vessels for Haiphong port to meet the requirements of the MARPOL 73/78</i>	646
	Trần Anh Tuấn	
95.	Chỉ số chất lượng nước tương đối - Một cách tiếp cận mới để đánh giá tổng hợp chất lượng nước <i>Relative water quality index - a new approach for aggregate water quality assessment</i>	653
	Phạm Ngọc Hồ	
96.	Một số hạn chế trong sử dụng công cụ đánh giá tác động môi trường trong quản lý môi trường tại cảng biển Việt Nam <i>Several restrictions towards using environmental impacts assessment tools in environmental management at the Vietnam's seaports</i>	663
	Bùi Đình Hoàn	
97.	Research on character properties of fly ash modified with silane	674
	Vu Minh Trong, Trinh Thi Thuy	

**HỘI NGHỊ QUỐC TẾ
KHOA HỌC CÔNG NGHỆ HÀNG HẢI 2016
THE INTERNATIONAL CONFERENCE
ON MARINE SCIENCE AND TECHNOLOGY 2016**

**PHÂN BAN
ĐÓNG TÀU
CÔNG TRÌNH NỔI
SESSION ON SHIP PRODUCTION AND
FLOATING CONSTRUCTION**

Nghiên cứu đánh giá sự thay đổi ổn định của tàu trên sóng trong giai đoạn thiết kế ban đầu

Evaluation on the changes of ship stability
in waves in the initial design stage

Trần Ngọc Tú¹,
Nguyễn Thị Thu Quỳnh¹, Trần Việt Hà²

¹ Trường Đại học Hàng hải Việt Nam,
tutn.dt@vimaru.edu.vn

² Viện kỹ thuật Hải Quân

Tóm tắt

Bài báo tổng hợp và phân tích ảnh hưởng của các thông số của sóng biển và của tàu đến ổn định tàu trên sóng. Lựa chọn loại sóng có ảnh hưởng lớn nhất đến ổn định tàu để tiến hành tính toán. Trên cơ sở phân tích ưu và nhược điểm của các phương pháp tính toán sự thay đổi ổn định của tàu trên sóng, bài báo tiến hành lựa chọn phương pháp tính phù hợp nhất cho giai đoạn thiết kế ban đầu. Áp dụng phương pháp tính đưa ra vào trong tính toán sự thay đổi ổn định của tàu trên sóng theo cho tàu hàng khô INANA 2 có số IMO: 9552771 chạy trên tuyến SB của Việt Nam.

Từ khóa: Ổn định, cánh tay đòn, sóng theo, thiết kế ban đầu.

Abstract

This paper has summarized and analyzed the influence of waves and ship parameters on the ship stability in waves. The wave having greatest influence on ship stability is taken into account. This paper selected the most appropriate calculation method for the initial design stage, based on analyzing the pros and cons of the method of calculating the changes in the ship stability on waves. This method is applied for calculating the changes on the ship stability in following waves of a cargo ship INANA 2 with IMO: 9552771 classified SB by Vietnam Register.

Keywords: Stability, righting arm, following waves, initial design.

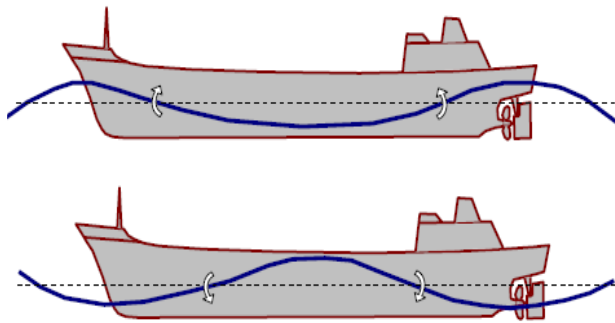
1. Đặt vấn đề

Như chúng ta đã biết, trong số các nguyên nhân làm cho tàu bị đắm, đặc biệt là các tàu cỡ nhỏ có chiều dài từ 20 đến 60 m, có nguyên nhân lật tàu do sự thay đổi ổn định của tàu khi gặp sóng [1] bởi, khi tàu chuyển động trên sóng thì hình dáng phần thể tích ngâm nước, hình dáng đường nước và các yếu tố động học (sự tương tác của hệ thống sóng do tàu tạo ra với hệ thống sóng biển, sự phân bố lại áp suất trên bề mặt thân tàu, sự nhiễu xạ của sóng) sẽ thay đổi từ đó dẫn đến sự thay đổi vị trí tâm nổi và bán kính tâm nghiêng của tàu và cuối cùng là kéo theo sự thay đổi ổn định của tàu.

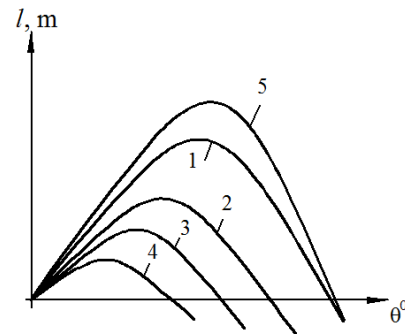
Sự thay đổi ổn định của tàu sẽ càng rõ nét trong trường hợp tàu chuyển động trên sóng theo với tốc độ gần bằng tốc độ lan truyền sóng và chiều dài tàu xấp xỉ bằng chiều dài bước sóng ($\lambda/L = 0,9 \div 1,1$), khi đó vị trí tương đối của tàu so với sóng ở thời điểm nào đó tàu có thể nằm vị trí bụng sóng cũng như nằm trên đỉnh sóng (hình 1) trong thời gian khá dài. Trường hợp nguy hiểm nhất (ổn định tàu giảm đi rất nhanh) sẽ xuất hiện khi phương chuyển động của tàu hợp với phương truyền sóng một góc $\beta = 0^\circ$ và tại góc $\beta = \pm 45^\circ$ và tàu nằm trên đỉnh sóng, đặc biệt là đối với các tàu có chiều cao mạn khô nhỏ, tỷ số L/B lớn và hệ số béo dọc chung thân tàu nhỏ [2]. Trên hình 2 chỉ ra ảnh hưởng của vị trí đỉnh sóng theo chiều dài tàu đến độ ổn định tĩnh của tàu. Các đường cong 1, 2, 3, 4 đặc trưng cho giá trị cánh tay đòn ổn định tĩnh của tàu ở các chế độ khai thác khác nhau (1 - trên nước tĩnh; 2 - khi đỉnh sóng nằm ở khu vực mũi tàu; 3 - khi đỉnh sóng nằm ở khu vực phía đuôi tàu; 4 - khi đỉnh sóng nằm ở mặt phẳng sườn giữa; 5 - khi tàu nằm dưới bụng sóng). Ngoài việc ổn định của tàu bị

giảm, chuyển động trên sóng đôi khi còn làm cho tàu mất tính điều khiển và làm cho tàu quay theo hướng sóng cập mạn, hiện tượng này được gọi là broaching.

Từ các vấn đề nêu trên, đòi hỏi sự cần thiết phải nghiên cứu đánh giá ổn định của tàu trên sóng ngay trong giai đoạn thiết kế ban đầu nhằm mục đích: thứ nhất, để lựa chọn phương án các thông số chủ yếu của tàu cho các bước thiết kế tiếp theo; thứ hai, đưa ra được các giải pháp hạn chế sự suy giảm ổn định tàu trên sóng trên cơ sở nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến sự suy giảm này; thứ ba, trên cơ sở các kết quả tính toán ổn định trên sóng thu được người ta sẽ thiết lập các tiêu chuẩn ổn định trên sóng cho tàu như Quy phạm một số nước từng thiết lập [1]; dùng để xây dựng đồ thị chạy bão.



Hình 1. Vị trí tương đối của tàu so với sóng



Hình 2. Ảnh hưởng của sóng theo đến đồ thị ổn định tĩnh [5]

Trong khuôn khổ bài báo này, nhóm tác giả xin trình bày các phương pháp tính ổn định của tàu trên sóng theo, loại sóng được đánh giá là có ảnh hưởng rất lớn đến ổn định tàu [1].

2. Cơ sở lý thuyết tính toán sự thay đổi ổn định của tàu trên sóng

2.1. Phân loại các phương pháp tính toán sự thay đổi ổn định của tàu trên sóng

Để đánh giá sự thay đổi ổn định của tàu trên sóng nói chung và sóng theo nói riêng, người ta đang sử dụng một số phương pháp sau:

- Phương pháp thử nghiệm mô hình tàu trên sóng trong bể thử;
- Phương pháp số (CFD) trong việc mô phỏng và tính toán ổn định của tàu trên sóng;
- Các phương pháp gần đúng được xây dựng trên cơ sở một số giả định và phân tích hồi quy các số liệu thực nghiệm.

Trong ba phương pháp kể trên thì phương pháp thử nghiệm mô hình tàu trên sóng trong bể thử cho kết quả chính xác nhất. Tuy nhiên, do thời gian và giá thành chế tạo mô hình cũng như chi phí cho việc thử mô hình là rất tốn kém. Do vậy, người ta chỉ sử dụng phương pháp này ở giai đoạn thiết kế kỹ thuật khi đã lựa chọn được một phương án phù hợp nhất trong số các phương án đưa ra ở giai đoạn thiết kế khởi thảo.

Đối với phương pháp số (CFD), đây là phương pháp mà cơ sở lý thuyết của nó đã có từ những năm 70 của thế kỷ trước, nhưng chỉ sau khi có sự phát triển mạnh mẽ của công nghệ thông tin thì phương pháp này mới được ứng dụng rộng rãi vào trong thực tế tính toán. Phương pháp này được đánh giá là có độ chính xác khá cao. Tuy nhiên, kết quả tính toán theo phương pháp này phụ thuộc vào điều kiện biên đưa ra và thời gian tính toán khá lâu, chính vì vậy ở giai đoạn thiết kế khởi thảo khi so sánh các phương án với nhau nếu sử dụng phương pháp này thì mất rất nhiều thời gian cũng như khó đánh giá được mức độ ảnh hưởng của các tham số đến sự thay đổi ổn định tàu trên sóng.

Việc sử dụng phương pháp gần đúng để tính toán sự thay đổi ổn định tàu trên sóng tuy mang lại kết quả không chính xác bằng hai phương pháp trên, nhưng nó lại có ưu điểm là thời gian tính toán nhanh và người thiết kế có thể dễ dàng nhận biết được mức độ ảnh hưởng các thông số đến sự thay đổi ổn định tàu trên sóng, để từ đó đưa ra được các giải pháp thiết kế cũng như các đề xuất trong việc hạn chế sự suy giảm ổn định tàu khi chạy trên sóng.

Từ những ưu và nhược điểm nêu trên của từng phương pháp. Trong bài báo này, nhóm tác giả lựa chọn phương pháp gần đúng trong việc tính toán sự thay đổi ổn định tàu trên sóng.

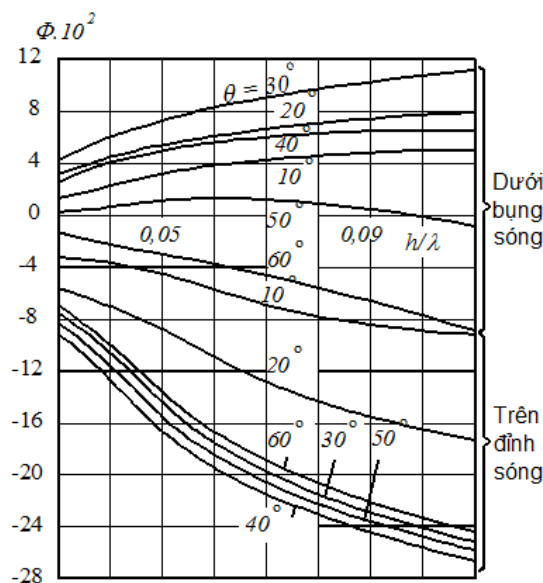
2.2. Các phương pháp gần đúng trong tính toán sự thay đổi ổn định của tàu trên sóng

Để đánh giá sự thay đổi ổn định tàu trên sóng theo bằng phương pháp gần đúng, ta có thể sử dụng hai sơ đồ tính gồm: sơ đồ tính thủy tĩnh và sơ đồ tính thủy động [2].

Sơ đồ tính thủy tĩnh được xây dựng trên cơ sở đặt tĩnh tàu trên sóng với giả thiết trục của sóng song song với mặt phẳng cơ bản của tàu, mô men hồi phục được đặc trưng bởi hình chiếu của trọng lực và lực nổi lên mặt phẳng sườn, áp lực sóng được phân bố theo quy luật thủy tĩnh. Phương pháp này được trình bày rất chi tiết trong công trình [6, 7], trong đó, có đưa ra các công thức dùng để đánh giá mức giảm ổn định khi tàu nằm trên đỉnh sóng. Tuy nhiên, trong thực tế hệ thống sóng do tàu sinh ra khi chuyển động sẽ tương tác với hệ thống sóng theo, dẫn đến profile của sóng tổng hợp được tạo nên do sự giao thoa của 2 hệ thống sóng này có thể có hình dạng rất khác so với hình sin (hoặc đường dạng trochoid) của profile sóng hồi quy. Do vậy, trong thực tế tính toán người ta ít sử dụng sơ đồ tính này bởi độ chính xác của kết quả thu được không cao đặc biệt là đối với các tàu có tỷ số L/B nhỏ và số Froude lớn [2].

Sơ đồ tính thủy động được xây dựng trên cơ sở hai phương pháp tính đó là: hoặc tính toán các tích phân đặc trưng cho mô men hồi phục trong khuôn khổ giả thuyết của A.N. Krylov có bổ sung thêm phần hiệu chỉnh do ảnh hưởng của sự nhiễu xạ sóng; hoặc sử dụng các quan hệ hồi quy, được xây dựng trên cơ sở các số liệu thực nghiệm sau đó mô hình hóa quá trình vật lý của chúng [2].

Ở đây nhóm tác giả xin giới thiệu phương pháp tính ổn định trên sóng theo bằng phương pháp do Nechaev đề xuất (thuộc sơ đồ tính thủy động), được xây dựng trên cơ sở phân tích hồi quy các số liệu thực nghiệm [8]. Đây là phương pháp được đánh giá là có độ chính xác khá cao, bởi nó có tính đến ảnh hưởng của các thông số hình dáng thân tàu, các thông số của sóng và số Froude, chính vì vậy mà đăng kiểm Liên Bang Xô Viết năm 1979 đã áp dụng phương pháp này trong việc tính toán sự thay đổi ổn định của tàu trên sóng [3] và trong tài liệu chuyên khảo mới nhất của tác giả Gaikovich [5] khi viết về ổn định của tàu trên sóng cũng chỉ giới thiệu phương pháp của Nechaev trong tính toán sự thay đổi ổn định của tàu trên sóng.



Hình 3. Sự phụ thuộc của hàm số $\Phi(h/\lambda, \theta)$ vào độ dốc của sóng và góc nghiêng của tàu [2]

Bản chất của phương pháp do Nechaev đề xuất được trình bày như sau [8]:

Cánh tay đòn ổn định tĩnh khi tàu chuyển động trên sóng theo được xác định theo công thức:

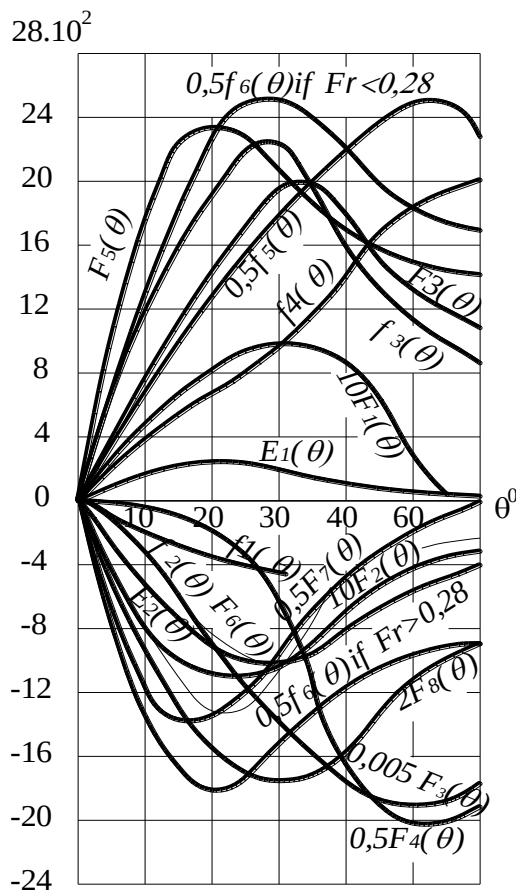
$$l_w = l + \Delta l_w, \quad (1)$$

Trong đó: l - là cánh tay đòn ổn định tĩnh của tàu trên nước tĩnh, được xác định dựa trên các phương pháp tính toán thông thường; Δl_w - là biến lượng cánh tay đòn do ảnh hưởng của sóng.

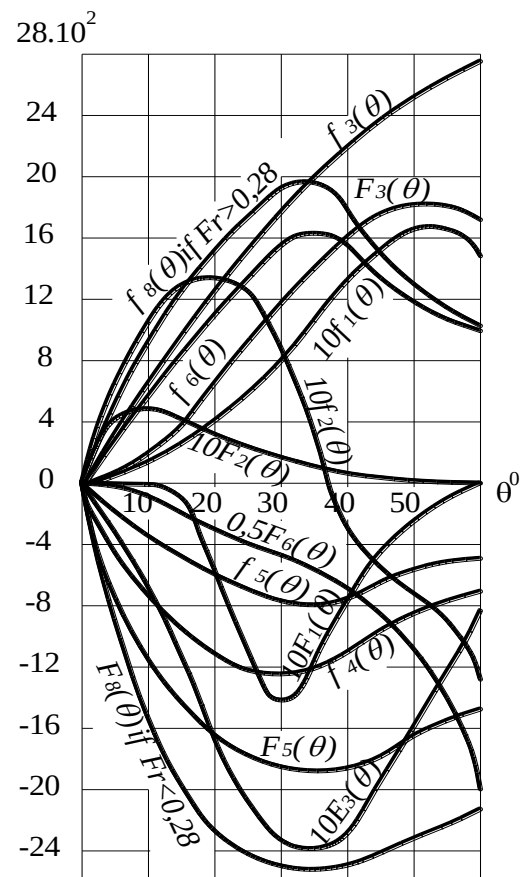
Để tính toán biến lượng Δl_w tại góc $\beta = 0^\circ$ và chiều dài sóng bằng chiều dài tàu (trường hợp ổn định giảm nhiều nhất) Nechaev đề đưa ra công thức tính sau:

$$\Delta l_w = B \cdot 10^{-2} \left[\Phi\left(\frac{h}{\lambda}, \theta\right) + \sum_{m=1}^6 A_m f_m(\theta) + \sum_{n=1}^8 B_n F_n(\theta) + \sum_{p=1}^3 C_p E_p(\theta) \right] \quad (2)$$

Trong đó: B - là chiều rộng tàu, m ; $\Phi(h/\lambda, \theta)$ - là hàm số, đặc trưng cho biến lượng cánh tay đòn ổn định tĩnh của tàu tiêu chuẩn, hàm số này phụ thuộc vào độ dốc của sóng, góc nghiêng của tàu và vị trí tương đối của tàu so với sóng (nằm trên đỉnh sóng hay dưới bụng sóng) được xác định dựa trên các số liệu ở hình 3; $\sum_{m=1}^6 A_m f_m(\theta)$ - là phần hiệu chỉnh do ảnh hưởng của sự khác nhau giữa các thông số hình dáng và số Froude của tàu thiết kế so với tàu tiêu chuẩn; $\sum_{n=1}^8 B_n F_n(\theta)$ và $\sum_{p=1}^3 C_p E_p(\theta)$ - là phần hiệu chỉnh đối với các số hạng bình phương và lập phương; $f_m(\theta)$, $F_n(\theta)$ và $E_p(\theta)$ - là hàm của góc nghiêng, giá trị của nó được xác định dựa trên hình 4 và 5. Trong đó $F_1(\theta)$ chỉ tính đến nếu $L/B < 4,82$.



Hình 4. Hàm $F_m(\theta)$, $F_n(\theta)$ và $E_p(\theta)$ khi tàu nằm trên đỉnh sóng [2]



Hình 5. Hàm $F_m(\theta)$, $F_n(\theta)$ và $E_p(\theta)$ khi tàu nằm dưới bụng sóng [2]

Các tham số A_m, B_n, C_p được xác định theo các công thức:

$$A_1 = L/B - 4,82; A_2 = B/T - 2,670; A_3 = D/T - 1,300; A_4 = C_B/C_{WP} - 0,700; A_5 = C_B/C_M - 0,692; A_6 = Fr - 0,28; B_1 = A_1^2; B_2 = A_2^2; B_3 = A_3^2; B_4 = A_4^2; B_5 = A_5^2; B_6 = A_2 A_3; B_7 = A_2 A_4; B_8 = A_1 A_6; C_1 = A_2^3; C_2 = A_3^3; C_3 = A_5^3.$$

Trong đó: L, B, T, D - lần lượt là chiều dài, chiều rộng, chiều chìm và chiều cao mạn tàu, m; C_B, C_M, C_{WP} - lần lượt là hệ số béo thể tích, hệ số béo sườn giữa và hệ số béo đường nước của tàu.

Khi $L/B > 7$ tốc độ chuyển động của tàu thực tế không ảnh hưởng đến đại lượng Δl_w , và các hệ số $f_6(\theta), F_5(\theta)$ và $F_8(\theta)$ nhận giá trị bằng không.

Công thức (2) có thể áp dụng cho các tàu có các thông số nằm trong dải giá trị sau:

$$L/B = 3,2 \div 8,00; B/T = 2,00 \div 4,20; D/T = 1,05 \div 2,20; C_B/C_{WP} = 0,50 \div 0,92; C_B/C_M = 0,5 \div 0,85; Fr = 0,15 \div 0,45.$$

Đối với các sóng mà tỷ số chiều dài bước sóng trên chiều dài tàu $\lambda/L \neq 1$ thì giá trị Δl_w thu được sẽ được hiệu chỉnh bằng cách nhân nó với hàm số $F(\lambda/L) = k_1(\lambda/L - 1,0) + k_2(\lambda/L - 1,0)^2 + k_3(\lambda/L - 1,0)^3$, nghĩa là: $(\Delta l_w)_\lambda = F(\lambda/L)\Delta l_w$

Trong đó các hệ số k_1, k_2, k_3 - là các hệ số phụ thuộc vào vị trí tương đối của tàu so với sóng:

Khi tàu nằm trên đỉnh sóng: $k_1 = 0,87; k_2 = 1,20; k_3 = 0,21;$

Khi tàu nằm dưới bụng sóng: $k_1 = 0,90; k_2 = 1,50; k_3 = 0,39.$

3. Ví dụ áp dụng

Xác định biến lượng cánh tay đòn ổn định tĩnh của tàu hàng khô INANA 2 có số IMO: 9552771 [9] trên sóng đuôi với giả thiết $\lambda/L = 1,0; h/\lambda = 1/20$.

Tàu có các thông số sau: $L = 90,84$ m, $B = 15,80$ m; $T = 7,4$ m; $D = 6,2$ m; $C_B = 0,775; C_{WP} = 0,891; C_M = 0,962; Fr = 0,20$.

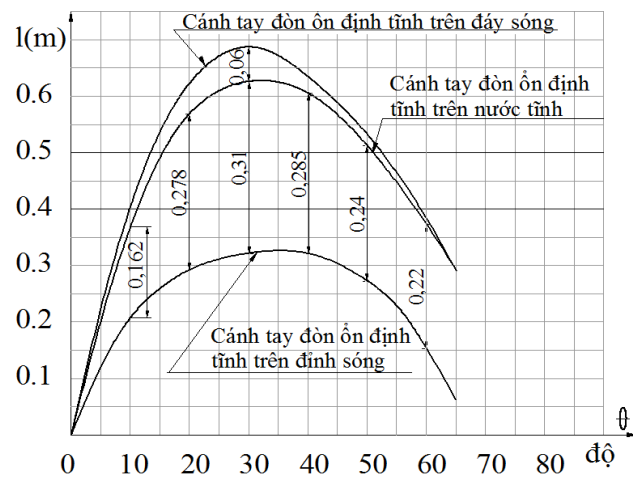
Do $L/B = 5,7 > 4,82$ nên ta có $F_1(\theta) = 0$.

Các tham số A_m, B_n, C_p có các giá trị sau: $A_1 = 0,929; A_2 = -0,122; A_3 = -0,106; A_4 = 0,17; A_5 = 0,144; A_6 = -0,08; B_1 = 0,86; B_2 = 0,0148; B_3 = 0,0113; B_4 = 0,0129; B_5 = 0,0129; B_6 = 0,0129; B_7 = -0,0207; B_8 = -0,07; C_1 = -0,0018; C_2 = -0,0012; C_3 = 0,0015$.

Dựa trên các hình 3, 4 và 5 ta thu được giá trị của các hàm $\Phi(h/\lambda, \theta), F_m(\theta), F_n(\theta)$ và $E_p(\theta)$. Từ đó thế các giá trị này cũng như giá trị của các tham số A_m, B_n, C_p vào vào công thức (1) và (2) ta thu được biến lượng cánh tay đòn ổn định tĩnh của tàu trên sóng theo như trên bảng 1 và hình 6.

Bảng 1. Bảng tính các giá trị biến lượng cánh tay đòn ổn định tĩnh của tàu trên sóng theo

Góc nghiêng	Trên đỉnh sóng			Dưới bụng sóng		
	l [9], m	Δl_w , m	$l + \Delta l_w$	l [9], m	Δl_w	$l + \Delta l_w$
0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10	0.369	-0.162	0.531	0.369	0.036	0.405
20	0.569	-0.278	0.847	0.569	0.054	0.623
30	0.626	-0.310	0.936	0.626	0.061	0.687
40	0.605	-0.285	0.890	0.605	0.029	0.634
50	0.512	-0.240	0.752	0.512	0.020	0.532
60	0.373	-0.220	0.593	0.373	-0.041	0.332



Hình 6. Sự thay đổi đường cong cánh tay đòn ổn định tĩnh của tàu INANA 2 trên sóng theo

4. Kết luận

Trên cơ sở nghiên cứu về sự thay đổi ổn định tàu trên sóng, bài báo đã thu được những kết quả sau:

- Đã nêu được sự nguy hiểm của sóng theo đến ổn định tàu, đặc biệt là đối với các tàu cỡ nhỏ;
- Đã phân loại và lựa chọn được phương pháp phù hợp nhất trong tính toán sự thay đổi ổn định của tàu trên sóng theo trong giai đoạn thiết kế ban đầu;
- Đã áp dụng lý thuyết đưa ra vào trong tính toán một tàu hàng khô cụ thể hoạt động trên tuyến SB của Việt Nam, kết quả thu được là phù hợp với quy luật thay đổi ổn định của tàu trên sóng.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Кацман Ф. М., Коваленко Б. П. *Остойчивость и качка судна на попутном волнении: Учеб. пособие* - М: В/О «Мор-техинформ.реклама», 1990. - 40 с.
- [2]. Под ред. Я.И. Войткунского. *Справочник по теории корабля: В трех томах. Том 2. Статика судов и качка судов.* (1985). Л.: Судостроение - 768 с.
- [3]. Регистр СССР. *Сборник нормативно-методических материалов.* Кн. 1. - Л.: Транспорт, 1979. - 90 с.
- [4]. Бородай И. К., Нецветаев Ю. А. *Качка судов на морском волнении.* - Л.: Судостроение, 1969. - 432 с.
- [5]. Гайкович А.И. *Теория проектирования водоизмещающих кораблей и судов. ТОМ 2: Изд. НИЦ МОРИНТЕХ, 2014.*
- [6]. Басин А. М. *Качка судов.* М., Транспорт, 1969.
- [7]. Гирс И. В., Русецкий А.А., Нецветаев Ю.А. *Испытания мореходных качеств судов, 2 - е изд.* Л. Судостроение, 1977.
- [8]. Нечаев Ю.И. *Остойчивость судов на попутном волнении.- Л. Судостроение, 1978.*
- [9]. Hồ sơ tàu hàng khô INANA 2 có số IMO: 9552771, Cục Đăng kiểm Việt Nam, 2015.

Nghiên cứu các chỉ tiêu đánh giá tính hiệu quả trong thiết kế tàu vận tải

Research on assessing efficiency criteria in designing merchant ships

Nguyễn Thị Thu Quỳnh, Nguyễn Thị Hải Hà

Trường Đại học Hàng hải Việt Nam,

quynhnt.dt@vimaru.edu.vn

Tóm tắt

Bài báo tổng hợp và hệ thống hóa các chỉ tiêu đánh giá tính hiệu quả của tàu trong giai đoạn thiết kế phương án. Phân tích đặc điểm, ưu nhược điểm của từng chỉ tiêu đánh giá, từ đó giúp người thiết kế cũng như chủ tàu có thể lựa chọn được cho mình chỉ tiêu đánh giá phù hợp nhất cho tàu thiết kế trên cơ sở mục tiêu đề ra trong việc lựa chọn phương án thiết kế cuối cùng.

Từ khóa: Chỉ tiêu đánh giá, tàu vận tải, hiệu quả kinh tế, tối ưu hóa.

Abstract

This paper has summarized and systematized evaluating ship efficiency criteria in concept ship design stage. Analyzing the characteristics, pros and cons of each assessment criteria may help ship designers and owners select the most appropriate evaluation criteria for the objectives provided in choosing the final design plan.

Keywords: Assessment criteria, merchant ships, economic efficiency, optimization.

1. Đặt vấn đề

Trong thiết kế hệ công trình phức tạp nói chung và thiết kế tàu vận tải nói riêng, nhà thiết kế ngoài việc thiết kế ra một con tàu đảm bảo được các yêu cầu kỹ thuật đề ra trong nhiệm vụ thư thiết kế và các tiêu chuẩn an toàn từ phía Đăng kiểm, cần phải đánh giá thêm được tính hiệu quả của tàu thiết kế dự kiến đạt được [1]. Ở đây, tính hiệu quả của tàu được hiểu là mức độ đạt được mục đích đề ra trong thiết kế, tính chất này được thể hiện trong mối quan hệ tác động qua lại giữa tàu thiết kế và điều kiện ngoại cảnh và nó là yếu tố mang tính chất quyết định, bởi mục tiêu cuối cùng trong thiết kế tàu vận tải mà người thiết kế và chủ tàu hướng đến, đó chính là tàu thiết kế ra phải đạt được hiệu quả cao nhất ở đây chính là hiệu quả kinh tế.

Để có thể đánh giá được mức độ hiệu quả mà tàu thiết kế dự kiến mang lại, người ta dựa trên các chỉ tiêu hiệu quả đang được áp dụng phổ biến trên thế giới trong lĩnh vực thiết kế tàu. Tuy nhiên, ở trong nước, hiện tại các tài liệu viết về các chỉ tiêu hiệu quả trong thiết kế tàu vận tải còn rất hạn chế và chủ yếu mới chỉ dừng lại ở mức giới thiệu mà chưa có tài liệu chuyên sâu nào [1].

Như vậy, từ vấn đề nêu trên, trong bài báo này nhóm tác giả sẽ đi vào việc tổng hợp và phân tích một cách có hệ thống các phương pháp đánh giá tính hiệu quả trong thiết kế tàu nhằm mục đích phục vụ cho bài toán tối ưu hóa thiết kế tàu trong giai đoạn thiết kế phương án (thiết kế ban đầu).

2. Các chỉ tiêu đánh giá tính hiệu quả trong thiết kế tàu

Trong thiết kế tàu, việc đánh giá hiệu quả nói chung và hiệu quả kinh tế nói riêng của tàu thiết kế được thực hiện ngay từ khi nó còn đang nằm ở giai đoạn thiết kế phương án, nhằm mục đích lựa chọn ra phương án mang lại hiệu quả kinh tế cao nhất trên cơ sở so sánh mức độ hiệu quả giữa các phương án thiết kế với nhau [1]. Tất nhiên, trong trường hợp này giá trị về tính hiệu quả của tàu chỉ có tính chất dự báo và không thể có được độ tin cậy tuyệt đối do không đủ các thông tin đầu vào cũng như mức độ chính xác của chúng. Ngoài ra, việc xây dựng các chỉ tiêu đánh giá tính hiệu quả của tàu thiết kế là một quá trình mang tính chất chủ quan của người thiết kế hay của chủ tàu mặc dù các thủ tục tìm kiếm nó mang tính chất khách quan. Như chúng ta đã biết các công trình kỹ thuật phức tạp nói chung và tàu vận tải nói riêng, là một hệ thống có vòng đời tương đối dài và trong vòng đời phục vụ của tàu thì chất

lượng của tàu có thể sẽ thay đổi đáng kể dẫn đến sự phân bố hiệu quả và chi phí theo thời gian có thể là rất khác nhau [1].

Để đánh giá các tính hiệu quả của tàu vận tải trong việc lựa chọn phương án tối ưu cho tàu thiết kế, người ta sử dụng các chỉ tiêu hiệu quả phi kinh tế cũng như các chỉ tiêu hiệu quả kinh tế. Tuy nhiên cả hai chỉ tiêu này đều có mối quan hệ mật thiết với nhau [3].

2.1. Chỉ tiêu phi kinh tế

Chỉ tiêu tối thiểu hóa lượng chiếm nước. Chỉ tiêu này được xét đến trong việc lựa chọn phương án tối ưu cho tàu thiết kế khi tàu thiết kế thỏa mãn tất cả các yêu cầu khác:

$$\Delta \rightarrow \min \quad (1)$$

Chỉ tiêu phi kinh tế với hàm mục tiêu lượng chiếm nước tối thiểu hoàn toàn không mâu thuẫn với chỉ tiêu kinh tế, bởi hàm mục tiêu (1) đã được ngầm hiểu là tối thiểu hóa chi phí đóng tàu và chi phí khai thác. Trong giai đoạn thiết kế phương án thì giá trị lượng chiếm nước có thể được xác định với độ chính xác và tin cậy cao hơn là các chỉ tiêu kinh tế. Chính vì vậy, chỉ tiêu này thường được sử dụng để so sánh tính hiệu quả của các phương án thiết kế trong giai đoạn thiết kế ban đầu.

Chỉ tiêu khai thác - kỹ thuật. Theo tác giả Asik V.V. [3], ngoài chỉ tiêu phi kinh tế là tối thiểu hóa lượng chiếm nước ở trên, ta có thể sử dụng chỉ tiêu hiệu quả là khả năng vận chuyển lớn nhất của tàu trong một năm (tấn - hải lý):

$$Q = P \cdot t \cdot v_{kt} \rightarrow \max \quad (2)$$

Trong đó: P - lượng chất tải trung bình trong một chuyến; t - tổng thời gian hành trình trong một năm của tàu; v_{kt} - vận tốc khai thác trung bình của tàu.

Chỉ tiêu phi kinh tế rất đơn giản và tiện lợi trong sử dụng, nhưng nó chỉ mang tính chất phụ, bởi một trong những chỉ tiêu quan trọng trong thiết kế tàu vận tải đó chính là chỉ tiêu kinh tế.

2.2. Chỉ tiêu kinh tế

Chỉ tiêu kinh tế là chỉ tiêu tổng quát nhất trong thiết kế tàu vận tải, bởi nó có thể được áp dụng để đánh giá chất lượng của một công trình kỹ thuật có công dụng bất kỳ. Nó rất tiện lợi khi thiết kế các công trình với cấu trúc nhiều mức, bởi nó có bản chất cộng tính.

Để đánh giá chỉ tiêu kinh tế trong thiết kế tàu, người ta thường sử dụng các chỉ tiêu hiệu quả sau:

Lợi nhuận hàng năm trên giá thành đầu tư. Đây là chỉ tiêu được tác giả Asik V.V. [3] đề xuất, chỉ tiêu này có dạng như sau:

$$E_t = (D - C) / K \rightarrow \max \quad (3)$$

Trong đó: D - tổng doanh thu trong một năm từ việc khai thác tàu; C - tổng chi phí khai thác trong một năm; K - giá thành đóng tàu.

Tối thiểu hóa chi phí riêng quy đổi. Đây là chỉ tiêu được Arnold V.I [4] đề xuất, nó được xác định theo công thức:

$$C_y = \frac{C + EK}{Q} \rightarrow \min, \quad (4)$$

Trong đó: C - tổng chi phí khai thác trong một năm; K - giá thành đóng tàu; E - hệ số thời gian hoàn vốn; Q - tổng lượng hàng tàu vận chuyển được trong một năm.

Tối thiểu hóa chi phí quy đổi. Khi đánh giá hiệu quả kinh tế và phi kinh tế tác giả trong công trình [3] đề xuất sử dụng chỉ tiêu tối thiểu hóa chi phí quy đổi:

$$C_R = C + EK \rightarrow \min \quad (5)$$

Một cách logic ta thấy rằng, giá thành đóng và các chi phí khai thác tàu tỷ lệ thuận với kích thước tàu, nghĩa là tỷ lệ với lượng chiếm nước, công suất của hệ thiết bị năng lượng của

tàu. Khi sử dụng công thức hệ số Hải quân để xác định công suất, ta có thể đưa công thức (5) về dạng:

$$C_R = (k_{g1}\Delta + k_{g2}\Delta^{2/3}v_s^3 / C_N) + (1/T_{hv})(k_{K1} + k_{K2}\Delta^{2/3}v_s^{2/3} / C_N) = a_1\Delta + a_2\Delta^{2/3} \quad (6)$$

Trong đó: Δ - lượng chiếm nước toàn tải của tàu; v_s - vận tốc thiết kế của tàu, knots (là một hằng số); C_N - hệ số Hải quân, đặc trưng cho hình dáng tuyến hình tàu và chất lượng đẩy của tàu (trong trường hợp này C_N cũng có thể được coi là một hằng số); T_{hv} - định mức thời gian hoàn vốn (được chỉ ra trong nhiệm vụ thư, cũng được coi là một hằng số); k_{g1} và k_{K1} - tương ứng là chi phí khai thác trong một năm và giá thành đóng trên một tấn lượng chiếm nước; k_{g2} và k_{K2} - lần lượt là chi phí khai thác trong một năm và chi phí đóng tàu trên một đơn vị công suất; a_1, a_2 - là các hệ số.

Các thành phần chỉ tiêu trong công thức (5) và (6) là các hàm số đơn điệu tương ứng với các kích thước chủ yếu của tàu, chúng là các thông số cần tối ưu trong bài toán thiết kế tàu.

Trên cơ sở cấu trúc của công thức hệ số Hải Quân, chỉ tiêu (6) có thể được biểu diễn dưới dạng khác như sau:

$$C_R = (k_{g1}\Delta + k_{K2}/T_{hv})\Delta + (k_{g2} + k_{K2}/T_{hv})P_s = \Delta(a_1' + a_2'P_s/\Delta), \quad (7)$$

Trong đó: P_s - công suất của hệ thiết bị năng lượng; các ký hiệu còn lại có ý nghĩa tương tự như trong công thức (6). Cấu tử thứ hai trong ngoặc đơn có thể được hiểu như là mức trang bị năng lượng riêng của tàu.

Ngoài hai chỉ tiêu về kinh tế nêu trên, trong nền kinh tế thị trường, người ta còn sử dụng các chỉ tiêu về kinh tế như sau:

Chỉ tiêu lãi suất tương đương lớn nhất, chỉ tiêu này được xác định theo công thức [1]:

$$A/P = [i(1+i)^{T_{phv}}] / [(1+i)^{T_{phv}} - 1] \rightarrow \max \quad (8)$$

Trong đó: A - tổng doanh thu trong một năm; P - tiền đầu tư; T_{phv} - tổng thời gian khai thác của tàu; i - lãi suất cần tìm, được xác định qua việc giải phương trình trên.

Chỉ tiêu lãi suất tương đương lớn nhất được áp dụng để so sánh các phương án tàu có thời gian phục vụ khác nhau: khi xác định lãi suất i cần lấy thời gian phục vụ khác nhau N để tính. Lãi suất cần tìm sẽ được xác định dựa vào công thức (9) theo phương pháp gần đúng liên tiếp.

Chỉ tiêu tỷ suất hoàn vốn nội tại về kinh tế lớn nhất (EiRR), chỉ tiêu này được xác định theo công thức [1]:

$$\sum_{t=0}^T P_t / (1+i)^t = \sum_{t=0}^{T_{phv}} A_t / (1+i)^t \rightarrow \max \quad (9)$$

Trong đó: T - Tổng số tiền năm trước đó đã đầu tư; P_t, A_t - là tổng doanh thu trong năm; i - lãi suất cần tìm thu được qua việc giải phương trình trên.

Theo đề xuất của các tác giả [5] và [7], chỉ tiêu này sẽ được áp dụng vào trong trường hợp khi có thể dự đoán được doanh thu dự kiến và sự thay đổi của chúng trong vòng đời của tàu (thời gian phục vụ của tàu).

Chỉ tiêu giá trị hiện tại tối thiểu (trong tiếng Anh nó được ký hiệu là PW), chỉ tiêu này được xác định như sau:

$$PW = P + \sum_{t=0}^{T_{phv}} y_t / (1+i)^t; \quad (10)$$

Trong đó: y_t - các chi phí hiện tại trong năm thứ i ; P - Các chi phí đầu tư.

Chỉ tiêu giá trị hiện tại tối thiểu được sử dụng để so sánh các phương án thiết kế tàu có vòng đời như nhau, còn tổng doanh thu hàng năm chưa biết và có thể thay đổi theo thời gian, nhưng là như nhau đối với tất cả các phương án.

Chỉ tiêu chi phí đầu tư tối thiểu (trong tiếng anh nó được gọi là Capitalized costs) được sử dụng trong trường hợp so sánh các tàu có vòng đời khác nhau. Trong trường hợp này nó được xem xét là một quá trình vô hạn của việc đóng mới, khai thác và khôi phục tàu trong thời gian N . Trong các năm $N, 2N, 3N, \dots$ tàu sẽ được phá dỡ hoặc được bán với giá L và lại một lần nữa đầu tư tiếp trong việc đóng tàu khác P [1]. Chỉ tiêu này được xác định theo công thức:

$$CC = P + (y + r) \sum_{t=0}^{\infty} \frac{1}{(1+i)^t} = P + \left[y + \frac{i(P-L)}{(1+i)^{T_{phv}}} - 1 \right] / i \rightarrow \min \quad (11)$$

Trong đó: y - các chi phí hiện tại; i - lãi suất tương đương; L - giá trị sử dụng của hệ trong năm khai thác cuối cùng của tàu T_{phv} .

3. Đánh giá hiệu quả kinh tế của tàu dựa trên các xác suất chỉ tiêu hiệu quả

Có rất nhiều yếu tố có tính chất ngẫu nhiên ảnh hưởng đến hiệu quả kinh tế của tàu dân dụng nói chung và tàu vận tải nói riêng. Do vậy, việc đánh giá hiệu quả kinh tế của tàu cũng sẽ có tính chất xác suất. Việc xây dựng các đánh giá mang tính xác suất như trên được trình bày trong công trình [1, 5], theo đó tác giả người Nga GS.TSKH. Gaikovich đã biện minh được sự cần thiết sử dụng các xác suất chỉ tiêu hiệu quả như sau:

- Véc tơ W là véc tơ chứa các thông tin về điều kiện ngoại cảnh, nói chung các điều kiện này có tính chất ngẫu nhiên như: mức thuế xuất, khối lượng hàng vận chuyển trong một chuyến, các thông số kích thước và khối lượng của loại hàng vận chuyển, thời gian và chi phí sửa chữa, các trang thiết bị trên tàu,... đều là các đại lượng có tính chất dao động trong dải nào đó;

- Giá thành đóng tàu được tính toán theo phương pháp này hay phương pháp kia có thể được coi là đại lượng cố định trong mỗi giai đoạn thiết kế. Trong giai đoạn thiết kế phương án, khi giải quyết vấn đề về lợi ích (tính hợp lý) trong việc đóng tàu và lựa chọn phương án tối ưu cho tàu thiết kế, giá thành đóng tàu sẽ được tính toán chính xác đến mức độ nào đó dưới các điều kiện chưa chắc chắn (giả định). Thực tế, ở giai đoạn này ta chưa xác định được chính xác các thành phần khối lượng, kết cấu thân tàu và công nghệ đóng tàu, chưa xác định được tổ hợp các thiết bị cụ thể,... Nói cách khác, véc tơ X sẽ là véc tơ chứa đựng các thông tin về các giải pháp kỹ thuật khi thiết kế tàu nhưng chưa đầy đủ. Khi tính toán giá thành đóng mới, thực tế người ta thường dự đoán véc tơ này;

- Trong tính toán hiệu quả kinh tế của tàu người ta thường sử dụng các dữ liệu về các khối lượng thành phần của tàu, vận tốc tàu, công suất của các máy chính và phụ, v.v... Trong giai đoạn thiết kế ban đầu các dữ liệu này, nói chung chỉ mang tính chất sơ bộ (định hướng) bởi chúng được xác định qua các công thức gần đúng có sai số thống kê. Từ đó dẫn đến việc tính toán không chính xác giá thành đóng tàu và chi phí khai thác khi sử dụng các số liệu này;

- Theo thời gian, sẽ xuất hiện những thay đổi trong việc quản lý khai thác và bảo dưỡng tàu, đặc điểm của loại hàng vận chuyển, thời gian và chi phí sửa chữa,...

- Sự phân phối các chi phí khai thác, số lượng hàng được vận chuyển mỗi năm sẽ không giống nhau trong toàn bộ vòng đời của tàu.

Như vậy, từ các vấn đề nêu trên ta thấy rằng để tăng mức độ chính xác trong đánh giá hiệu quả kinh tế của tàu thì cần phải xây dựng phân phối xác suất chỉ tiêu hiệu quả kinh tế giữa các phương án thiết kế. Trong trường hợp này, người ta sẽ sử dụng chỉ tiêu “*Tính lâu dài của giá trị*” được tạo nên từ các giá trị ngắn hạn đối với các điều kiện sử dụng của tàu cụ thể (ví dụ: trên các tuyến riêng trong khoảng thời gian một năm), theo quy tắc [1]:

$$C_R = \frac{1}{T} \sum_{t \in T} \sum_{i \in I} \text{Prob}_{it} \cdot f_{it}, \quad (12)$$

Trong đó: f_{it} - là giá trị hiệu quả kinh tế của tàu trong năm thứ t khi sử dụng tàu theo phương pháp i (trên tuyến đường i); I - tập hợp các phương pháp sử dụng tàu; Prob_{it} - xác suất sử dụng tàu theo phương pháp thứ i trong năm thứ t , khi đó $\sum_{i \in I} \text{Prob}_{it} = 1$ đối với bất kỳ năm nào trong toàn bộ vòng đời của tàu T .

Trong công trình [5] Pashin khuyến nghị xem xét hai hàm chỉ tiêu sau:

Lợi nhuận trung bình hàng năm f_{pit} từ việc khai thác tàu mang lại, được tính toán trên cơ sở tính đến toàn bộ thời gian phục vụ của tàu và khoản đầu tư vào việc đóng tàu. Khi đó, chỉ tiêu f_{pit} trong năm thứ t khi sử dụng tàu theo phương pháp thứ i sẽ có dạng:

$$f_{pit} = \frac{D_{it} - C_{it}}{K}, \quad (13)$$

Trong đó: D_{it} - tổng doanh thu trong năm; C_{it} - tổng chi phí khai thác trong năm; K - giá thành đóng tàu.

Chi phí riêng quy đổi trung bình hàng năm trên một đơn vị hàng hóa f_{zit} mà tàu vận chuyển, được tính toán trên cơ sở có tính đến các chi phí khai thác trong toàn bộ thời gian phục vụ của tàu. Chỉ tiêu f_{zit} trong năm thứ t khi sử dụng tàu theo phương pháp thứ i sẽ có dạng sau:

$$f_{zit} = \frac{E_H K - C_{it}}{Q_{it}}, \quad (14)$$

Trong đó: E_H - là hệ số định mức hiệu quả đầu tư; Q_{it} - là khối lượng hàng mà tàu vận chuyển được trong một năm theo phương pháp thứ i .

Trong cả hai trường hợp tiêu chuẩn kinh tế của tàu kể trên, C_R là một hàm đa biến, nghĩa là $C_R = f(W, X)$.

Sự phân phối xác suất chỉ tiêu $C_R(X)$ khi cho trước sự phân phối các thông số đầu vào sẽ không thể thu được trực tiếp bằng phương pháp giải tích biến đổi các đại lượng ngẫu nhiên, bởi chúng chỉ thích hợp đối với một số hàm đối số ngẫu nhiên đơn giản. Còn trong trường hợp của chúng ta thì chỉ tiêu hiệu quả là hàm phi tuyến phức tạp. Một trong những phương pháp đơn giản nhất để xác định sự phân phối của các hàm như thế là phương pháp mô hình thống kê. Tuy nhiên, trong một số trường hợp việc tính toán có thể mất rất nhiều thời gian. Trong công trình [5] đề xuất phương pháp hồi phục (thiết lập lại) sự phân bố cần tìm dựa trên việc ước tính bốn điểm đầu tiên.

Việc thiết lập lại sự phân phối xác suất chỉ tiêu hiệu quả kinh tế của tàu, ta có thể sử dụng ba phương pháp sau [1]:

- Sử dụng họ đường cong Pearson;
- Biểu diễn mật độ phân phối cần tìm dưới dạng dãy đạo hàm;
- Lựa chọn sự chuyển đổi chỉ tiêu như thế nào đó để sự phân phối của nó có thể được mô tả bằng các quy luật đã biết, trong đó có phương pháp chuyển đổi Johnson.

Để đánh giá các chỉ tiêu dưới dạng phân phối các đại lượng ngẫu nhiên người ta thường dựa vào các hàm thay cho việc đánh giá các điểm.

Để so sánh sự phân phối xác suất khác nhau về chỉ tiêu kinh tế giữa các tàu, tác giả người Nga GS.TSKH. Gaikovich đề xuất sử dụng một trong các phương pháp sau:

Trong số các tàu được đưa vào để so sánh, ta sẽ lựa chọn các tàu có xác suất xuất hiện mức độ sinh lợi C_1 (lợi nhuận) lớn hơn một giá trị cố định nào đó p_1 (trong trường hợp riêng p_1 - là mức độ sinh lợi tiêu chuẩn), nghĩa là:

$$\text{Prob}(C_1 \geq p_1) \rightarrow \max \quad (15)$$

Trong trường hợp này, coi sự phân phối xác suất của các chỉ tiêu hiệu quả kinh tế của các tàu so sánh được tiêu chuẩn hóa.

Nếu sử dụng chỉ tiêu hiệu quả kinh tế là chi phí quy đổi C_2 , khi đó ta sẽ loại bỏ các tàu có xác suất chi phí lớn hơn mức chi phí p_2 cố định nào đó, nghĩa là ta sẽ chọn tàu có:

$$\text{Prob}(C_2 < p_2) \rightarrow \min \quad (16)$$

Mức chi phí p_2 trong công thức (16) có thể là giá trị kỳ vọng toán học của chi phí quy đổi của tàu. Khi so sánh các phương án của tàu thiết kế trong quá trình lựa chọn các thông số tối ưu thì mức chi phí p_2 có thể được xác định dựa trên tàu mẫu hoặc phương án quy ước của tàu với các giá trị trung bình thống kê. Giá trị cụ thể của p_2 cần phải được xác định trên cơ sở phụ thuộc vào đặc trưng của bài toán cần giải quyết.

Tối đa hóa mức độ sinh lợi (lợi nhuận) theo mức đảm bảo đặt ra hoặc tối thiểu hóa mức chi phí quy đổi. Đối với trường hợp đầu tiên, hàm số của nó được xây dựng như sau:

$$g_1 = \bar{C}_1 - \sigma |\bar{P}^{-1}(\alpha_1, \mu_3, \mu_4)| \rightarrow \max \quad (17)$$

Trong trường hợp thứ hai, hàm số của nó có dạng như sau:

$$g_2 = \bar{C}_2 - \sigma |\bar{P}^{-1}[(1 - \alpha_2), \mu_3, \mu_4]| \rightarrow \min, \quad (18)$$

Trong đó: g_1 - là biên mức độ sinh lợi của tàu; g_2 - là biên mức chi phí quy đổi của tàu; $\bar{C}_1$ - giá trị kỳ vọng toán học của lợi nhuận trong toàn bộ thời gian phục vụ của tàu; $\bar{C}_2$ - giá trị kỳ vọng toán học của chi phí quy đổi trong toàn bộ thời gian phục vụ của tàu; α_1 - sự đảm bảo (mạo hiểm) thu được mức độ sinh lợi nằm dưới biên g_1 ; α_2 - sự đảm bảo (mạo hiểm) thu được mức chi phí quy đổi lớn hơn biên g_2 ; σ - Sai số bình phương trung bình của chi phí quy đổi; $\bar{P}^{-1}$ - là hàm bang; μ_3, μ_4 - là các trung điểm thứ ba và thứ tư của sự phân phối chỉ tiêu hiệu quả kinh tế.

Để xác định bốn điểm đầu tiên của hàm phân phối các chỉ tiêu hiệu quả, trong công trình [1] đã tổng hợp được các phương pháp sau. Hàm phân phối chỉ tiêu hiệu quả được chuyển về dãy khai triển Taylor tương ứng với độ kỳ vọng toán học argument của chúng. Sau đó, các điểm phân phối của hàm chỉ tiêu sẽ được tính theo bốn điểm đầu tiên được đưa vào trong hàm argument này.

Trong thực tế tính toán, việc lựa chọn các hàm (15) ÷ (18) phụ thuộc vào điều kiện của bài toán cần được giải.

Đối với việc giải các bài toán cần mức độ tin cậy trong việc thu được tính hiệu quả lớn hơn giá trị đưa ra hoặc mức tiêu chuẩn, trong trường hợp này nên sử dụng hai hàm đầu tiên. Hai hàm còn lại thích hợp cho việc giải quyết các bài toán cần giảm mức độ đảm bảo và có hiệu quả thấp.

Trong các trường hợp, khi giá trị biên và xác suất trong việc thu được các chỉ tiêu hiệu quả kinh tế của các tàu được so sánh có sự khác biệt lớn thì cần thiết phải tiến hành đối chiếu các tham số phân phối khác như:

- Giá trị chỉ tiêu đặc trưng cho hiệu quả kinh tế cao của tàu với mức đảm bảo đề ra;
- Mức kỳ vọng toán học của chỉ tiêu trong vùng giá trị của chúng tương ứng với mức hiệu quả cao hơn so với giá trị cho phép nhỏ nhất.

4. Kết luận

Trên cơ sở tổng hợp và phân tích một cách có hệ thống các phương pháp đánh giá chỉ tiêu hiệu quả trong thiết kế tàu vận tải, bài báo đã thu được những kết quả sau:

- Đã tổng hợp và phân loại được các chỉ tiêu hiệu quả trong thiết kế tàu vận tải đang được áp dụng phổ biến trên thế giới;

- Đã nêu bật được ưu và nhược điểm của từng chỉ tiêu áp dụng vào trong việc đánh giá hiệu quả kinh tế của tàu;

- Việc sử dụng xác suất chỉ tiêu hiệu quả sẽ có tính khách quan hơn và chính xác hơn về giá trị của các chỉ tiêu hiệu quả so với việc tính toán chúng theo các phương pháp truyền thống dưới dạng kỳ vọng toán học. Ngoài ra, chúng còn có ưu điểm là có độ nhạy lớn đối với các thông số cần tối ưu, do vậy tốt nhất nên sử dụng chúng trong các bài toán tìm nghiệm tối ưu;

- Kết quả thu được trong tính toán tính hiệu quả của tàu trong giai đoạn thiết kế phương án chỉ có tính chất dự báo và không thể có được độ tin cậy tuyệt đối do không đủ các thông tin đầu vào cũng như mức độ chính xác và sự thay đổi của chúng trong vòng đời khai thác của tàu.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Nguyễn Thị Thu Quỳnh. *Nghiên cứu các phương pháp đánh giá hiệu quả kinh tế trong thiết kế tàu vận tải*. Đề tài NCKH Cấp Trường năm 2015 - 2016.
- [2]. Ашик В.В. *Проектирование судов*. Л.: судостроение, 1975. 352 с.
- [3]. Ашик В.В., Царов Б.А., Челпанов И.В. *Значение коэффициентов использования технических характеристик судов в качестве частных критериев оптимизации// Общие вопросы проектирования судов: сб., матер. по обмену опытом*. -Л., НТО им.акад. А.Н. Крылова - 1973 - Вып. 199. -С 92 - 100.
- [4]. Броников А.В. *Выбор критериев для определения элементов судов в процессе проектирования// Общие вопросы проектирования судов: сб., матер. по обмену опытом*. -Л., НТО им.акад. А.Н. Крылова - 1973 - Вып. 199. - С 63 - 72
- [5]. Пашин В.М., Поляков Ю.Н. *Вероятностная оценка экономической эффективности судов*. -Л.: Судостроение, 1976. 83 с.
- [6]. Хан Г., Шапиро С. *Статистические модели в инженерных задачах*. - М.: мир, 1969, - 400 с.
- [7]. Goss R.O. *Economic Criteria for optimal ship design*. - Transactions RIMA. - 1965, vol. 107. - P.581596.

Tính toán lực cản sóng của tàu ba thân bằng phương pháp nghiệm hữu hạn

Estimating wave resistance of trimaran using finite root method

Nguyễn Văn Võ

Trường Đại học Hàng hải Việt Nam,
vonv.dt@vimaru.edu.vn

Tóm tắt

Bài báo trình bày các luận cứ và cơ sở lý thuyết để xác định lực cản sóng của tàu ba thân bằng phương pháp nghiệm hữu hạn (phương pháp nghiệm gốc). Trên cơ sở so sánh kết quả tính toán bằng lý thuyết này với các số liệu thử nghiệm đã được công bố, khẳng định tính thời sự của giả thuyết về “tàu mảnh” của Mitchell để dự đoán lực cản nói chung, lực cản sóng của tàu ba thân nói riêng trong giai đoạn thiết kế ban đầu.

Từ khóa: Lực cản sóng, tàu ba thân, phương pháp nghiệm hữu hạn.

Abstract

This paper presents foundations and basic theory to calculate wave resistance of trimaran using finite root method (original root method). On the basis of comparing the result obtained by the theoretical method to the experimental data which has been published, this paper substantiates the topicality of Mitchell's “thin ship” theory for predicting the ship resistance in general, the wave resistance of trimaran in particular in the initial design.

Keywords: Wave resistance, trimaran, finite root method.

1. Giới thiệu chung

Tàu ba thân (còn gọi là *trimaran*) thuộc về họ tàu nhiều thân. Tàu ba thân bao gồm thân chính giữa và hai thân mạn. Thông thường, theo truyền thống thì thân giữa lớn hơn các thân mạn.

Lực cản của tàu thủy nói chung, của tàu ba thân nói riêng, có thể được xác định như là lực cản thiết để kéo được nó với vận tốc đã cho ở điều kiện xác định. Liên quan đến các thành phần của lực cản toàn phần, có hai sơ đồ biểu diễn.

Sơ đồ thứ nhất gọi là sơ đồ *Froude*, từ sơ đồ này ta thấy rằng, thành phần cơ bản của lực cản tàu thủy là lực cản của vỏ bao của nó, tức là lực cản ma sát (R_F) và lực cản áp suất (R_P). Lực cản ma sát được quy ước là ứng suất tiếp tuyến và được tính theo phương pháp tích phân các ứng suất này dọc theo mặt ướt của tàu. Lực cản ma sát có thể được xác định bằng cách sử dụng các hiệu chỉnh đường cong của *Hội nghị các Giám đốc Bể thử Thế giới* năm 1957 (ITTC-1957) hoặc bất kỳ các phương án thực hiện hiệu chỉnh nào khác của đường cong này. Lực cản áp suất liên quan đến ứng suất pháp tại mặt ướt của tàu ở hướng chuyển động và bao gồm lực cản sóng, lực cản do phá sóng và lực cản áp suất nhót (lực cản hình dáng). Các thành phần cơ bản của lực cản toàn phần có thể được viết như sau:

$$R_T = R_F + R_R; \quad R_T = 0,5C_T \rho S v^2; \quad R_R = 0,5C_R \rho S v^2; \quad R_F = 0,5C_F \rho S v^2,$$

Trong đó: ρ , S và v - tương ứng là khối lượng riêng của nước; diện tích mặt ướt và tốc độ tàu.

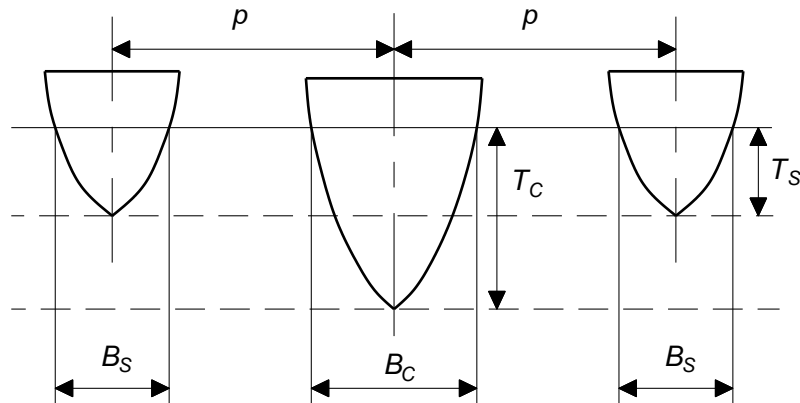
Sơ đồ thứ hai do *Hughes* đặt ra, các thành phần của lực cản toàn phần được biểu diễn từ hai thành phần chính, là lực cản nhót (R_V) và lực cản sóng (R_W). Trong lực cản nhót R_V bao gồm lực cản do phá sóng R_{WB} , lực cản áp suất nhót (lực cản hình dáng) R_{VP} và lực cản ma sát R_F . Các thành phần khác của lực cản mà có thể đưa vào trong lực cản toàn phần là lực cản không khí (liên quan đến có hoặc không có gió). Lực cản sóng được cho là chiếm tỷ trọng lớn nhất trong lực cản dư.

Phương pháp khác biểu diễn các thành phần lực cản của tàu là sử dụng phương pháp yếu tố - hình dáng. Toàn bộ các thành phần của lực cản, cũng như các hệ số của nó đối với tàu và mô hình của nó có những liên hệ tương ứng. Khi đó với các “chỉ số dưới” là “ M ” và “ S ” liên quan đến mô hình và tàu thực tương ứng.

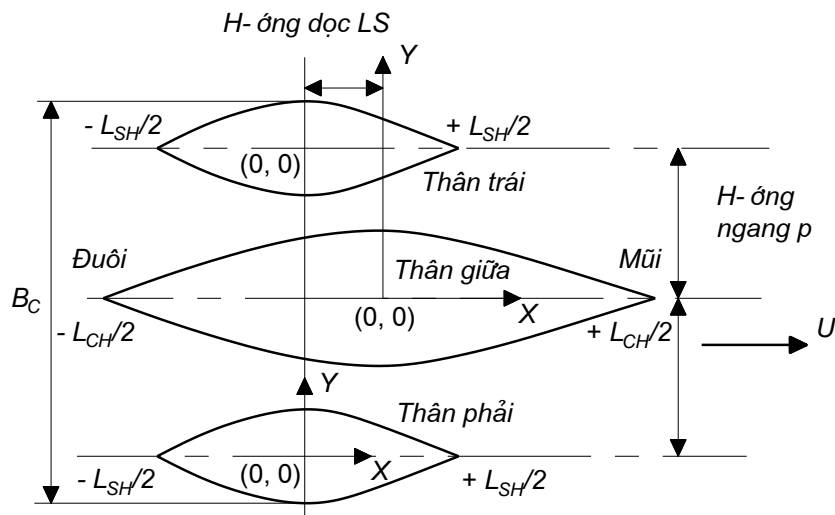
$$\begin{aligned} R_T &= R_W + R_V, & C_T &= C_W + C_V; \\ R_V &= (1+k)R_{F0}, & C_V &= (1+k)C_{F0}; \\ R_W &= R_T - (1+k)R_{F0}, & C_W &= C_T - (1+k)C_{F0}; & C_{WM} &= C_{WS}. \end{aligned}$$

Nghiên cứu lực cản của tàu thủy nói riêng, thủy động lực học của tàu thủy nói chung, thường sử dụng ba biện pháp cơ bản: nhận được lời giải giải tích; thử nghiệm vật lý trong bể thử; sử dụng phương pháp số. Một trong những phương pháp số là *phương pháp nghiệm hữu hạn*.

Sơ đồ biểu diễn hình dáng ngoài của tàu ba thân thể hiện trên hình 1 và hình 2.



Hình 1. Ngoại hình của tàu ba thân (dạng hình chiếu cạnh)



Hình 2. Ngoại hình của tàu ba thân (dạng hình chiếu bằng)

2. Cơ sở lý thuyết

2.1. Tích phân lực cản sóng

Các nghiên cứu hiện nay đều sử dụng dạng hàm tích phân mới đối với lực cản sóng của tàu hai thân, được đưa ra bởi Tuck E.O và Lazauskas L. [4], và được phát triển bởi Faltinsen Odd M. [5] với các kết luận về vị trí biên độ sóng đối với tàu một thân từ công trình của Newman [3]. Công thức khá tổng quát này tính đến ảnh hưởng của đặc trưng hình học theo phương ngang và dọc nhờ các yếu tố giao thoa của các thân tương ứng $HIF_T(\theta)$ và $HIF_L(\theta)$.

Tổ hợp hệ sóng được mô tả bởi các biểu thức tương ứng:

$$\zeta_j(x, y) = \operatorname{Re} \int_{-\pi/2}^{\pi/2} A_j(\theta) \exp \left[\frac{ig}{U^2 \cos^2 \theta} (x_{j0} \cos \theta + y_{j0} \sin \theta) \right] \times \\ \times \exp \left[\frac{-ig}{U^2 \cos^2 \theta} (x \cos \theta + y \sin \theta) \right] d\theta; \quad j = 1, \dots, n; \quad (1)$$

$$A(\theta) = \sum A(\theta)_j \times \exp \left[\frac{-ig}{U^2 \cos^2 \theta} (x_j \cos \theta + y_j \sin \theta) \right]; \quad j = 1, \dots, n. \quad (2)$$

Đối với tàu ba thân thì $n = 3$.

Tách phần thực của biểu thức này, có thể viết hàm tích phân lực cản sóng dưới dạng sau:

$$R_w = \frac{\pi \rho U^2}{2} \int_{-\pi/2}^{\pi/2} |A(\theta)_{dh}|^2 HIF_T(\theta)_j \times HIF_L(\theta)_j \times \cos^3 \theta \cdot d\theta. \quad (3)$$

$$HIF_T(\theta) = \cos^2 \left(\frac{gx}{U^2 \cos \theta} \right); \quad (4)$$

$$HIF_L(\theta) = \cos^2 \left(\frac{0,5(2p/L) \sin \theta}{Fr^2 \cos^2 \theta} \right). \quad (5)$$

Bởi vì vị trí tương đối theo chiều dọc của thân giữa và các thân mạn là cố định thì x trong biểu thức đối với $HIF_L(\theta)$ được thay thế bởi LS , tức là ở khoảng cách dọc giữa gốc tọa độ đối với thân giữa và các thân mạn. Khi mà gốc tọa độ ở hướng dọc đối với tất cả các thân $LS = 0$ thì ứng $HIF_L(\theta) = 1$.

2.2. Biến thể của công thức ban đầu để tính lực cản sóng

Giới hạn trên $\pi/2$ được Tuck - Lazauskas sử dụng trong tích phân lực cản sóng của tàu nhiều thân trong công trình này được thay thế bởi góc truyền sóng lớn nhất $\theta_{p \max}$. Giả thuyết về góc truyền sóng lớn nhất này là sự xếp chồng rất phức tạp của các hệ sóng phân kỳ và sóng ngang có thể có. Có thể cho rằng, giá trị $\theta_{p \max}$ bằng nghiệm hữu hạn của hàm tích phân lực cản sóng và được xác định bằng phép lặp trên cơ sở một số lần gần đúng ban đầu. Khi đó quá trình lặp sẽ tìm được $\theta_{p \max}$ được thực hiện trong vùng góc θ gần với $\pi/2$. Áp dụng phương pháp đã đặt ra ở trên sẽ dẫn đến lời giải chính xác, mà trước đó đã sử dụng thành công trong các nghiên cứu tương tự đối với tàu một thân và tàu nhiều thân [6]. Chú ý đến các chỉ dẫn ở trên, biểu thức biến thể của R_w đối với tàu ba thân được viết dưới dạng:

$$R_w = 2 \left(\frac{\pi \rho U^2}{2} \right) \int_0^{\theta_{p \max}} |A(\theta)_{CP}|^2 HIF_L(\theta) \sec^3 \theta \cdot d\theta. \quad (6)$$

2.3. Phương pháp tính

Để thực hiện tích phân theo tọa độ dọc trong các tích phân, thân mạn được chia ra thành những khoảng bằng nhau dọc theo mặt phẳng đối xứng của tàu (mặt cắt sườn), cũng như theo hướng thẳng đứng (mặt phẳng đường nước). Sự phân chia thân tàu theo chiều dọc và theo phương thẳng đứng khi tích phân thì đều cho kết quả như nhau.

Sự chia góc được thực hiện với bước bằng 1 độ ở trong giới hạn từ 0 đến 88 độ, còn ở ngoài giá trị nghiệm gốc hữu hạn $\theta_{p \max}$ - được chia với bước bé hơn.

Tích phân ban đầu đối với thân mạn và thân giữa được tính trong những chương trình riêng biệt, sau đó sử dụng để tính toán lực cản sóng cuối cùng R_w . Ngoài yếu tố giao thoa ngang của các thân $HIF_T(\theta)$, như đã nói ở trên đối với tàu hai thân, đối với tàu ba thân cần phải đưa vào và tính đến yếu tố giao thoa dọc của các thân $HIF_L(\theta)$. Các kích thước chính của

thân giữa và thân mạn của tàu ba thân đối với bốn trường hợp tính toán được thực hiện khảo sát như dưới đây.

3. Ví dụ áp dụng

3.1. Các số liệu đưa vào tính toán

Các kích thước chủ yếu của 4 mô hình tàu ba thân, với thân tàu dạng *Wigley*, đưa vào tính toán và thử nghiệm được giới thiệu tại *bảng 1*.

Bảng 1. Các kích thước chủ yếu của mô hình tàu ba thân

TT	Các đặc trưng	Thân tàu <i>Wigley</i>			
		1	2	3	4
1	Chiều dài theo đường nước L_{WL} , m	1,8	2,5	1,292	2,584
2	Chiều chìm T , m	0,1125	0,1547	0,0762	0,1524
3	Chiều rộng theo đường nước B_{WL} , m	0,180	0,125	0,12192	0,24384
4	Lượng chiếm nước Δ , t	0,0162	0,0309	0,005034	0,010068
5	Diện tích mặt ướt S ở chiều chìm T , m ²	0,482	0,921	0,2221	0,4442
6	Khoảng cách ngang giữa thân chính và thân mạn p , m	(xem <i>bảng 2</i> và <i>bảng 3</i>)			
7	Khoảng cách dọc giữa gốc tọa độ thân giữa và thân mạn LS , m				

Chú ý: Thân tàu Wigley 4 có kích thước lớn gấp hai lần thân tàu Wigley 3.

3.2. So sánh kết quả tính toán bằng giải tích lý thuyết với kết quả thử nghiệm

Kết quả tính toán bằng phương pháp lý thuyết (phương pháp nghiệm hữu hạn) được so sánh với kết quả thử nghiệm mô hình có các kích thước khác nhau, như đối với các trường hợp (1) ÷ (4) được thực hiện tại bể thử của *Trung tâm Công nghệ biển* thuộc *Trường Đại học tổng hợp Kuala Lumpur, Malaysia* và đã được công bố. Khi đó tuân thủ cách làm tiêu chuẩn đã chuẩn bị và thử nghiệm cũng như hiệu chỉnh kết quả của nó. Phân tích kết quả thực nghiệm được thực hiện phù hợp với cách làm và khuyến nghị của *ITTC-1957* có chú ý đến phương pháp yếu tố - hình dáng.

Bảng 2. Giá trị C_W theo thực nghiệm

Fr	Giá trị thực nghiệm $C_W \cdot 10^3$ [trường hợp (1) ÷ (4)]			
	Trường hợp (1): $2p/L = 0,216$; $LS = 0$ m	Trường hợp (2): $2p/L = 0,288$; $LS = 0$ m	Trường hợp (3): $2p/L = 0,216$; $LS = -0,35$ m	Trường hợp (4): $2p/L = 0,288$; $LS = -0,35$ m
0,255	0,253	0,604	0,432	0,214
0,339	1,433	2,189	1,439	1,044
0,424	6,187	5,778	4,914	4,333
0,509	5,106	4,533	4,528	3,740
0,594	3,623	3,254	3,023	2,501

Kết quả thử nghiệm xác định được quan hệ $C_W = C_W(\text{Fr})$ được thể hiện ở *bảng 2* và đồ thị *hình 3*, còn kết quả tính bằng phương pháp lý thuyết được thể hiện ở *bảng 3* và đồ thị *hình 4*.

Trường hợp (1): thân tàu *Wigley 1* và 2, so sánh kết quả thực nghiệm với tính toán bằng lý thuyết (MKK), $2p/L = 0,216$; $LS = 0$ m.

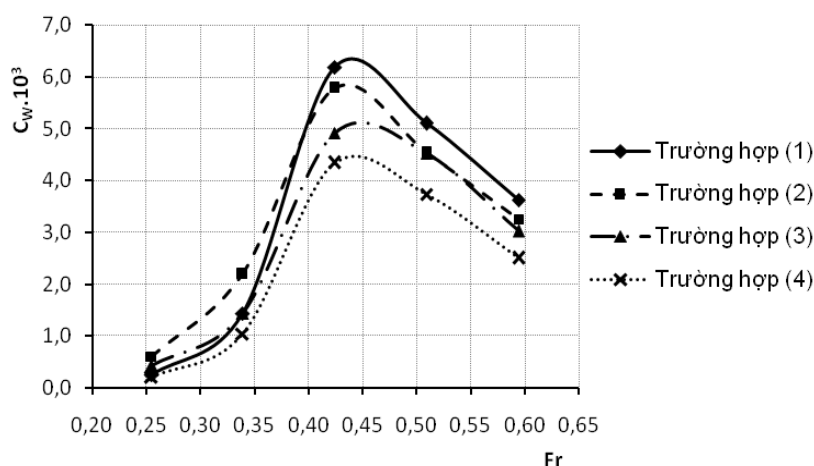
Trường hợp (2): thân tàu Wigley 1 và 2, so sánh kết quả thực nghiệm với tính toán bằng lý thuyết (MKK), $2p/L = 0,288$; $LS = 0$ m.

Trường hợp (3): thân tàu Wigley 1 và 2, so sánh kết quả thực nghiệm với tính toán bằng lý thuyết (MKK), $2p/L = 0,216$; $LS = 0,35$ m về đuôi.

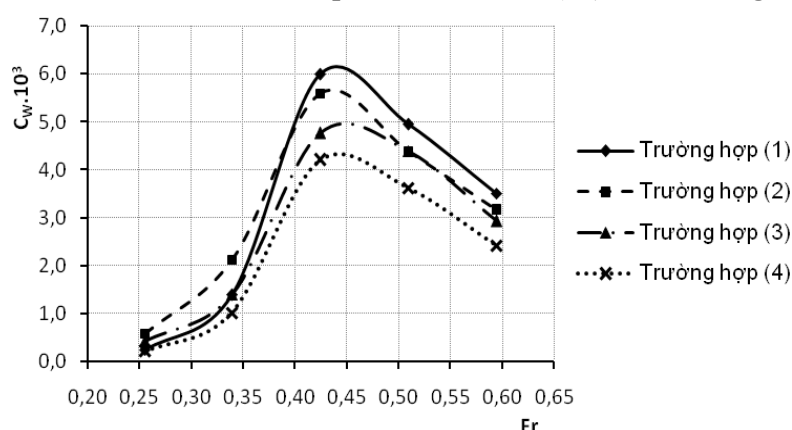
Trường hợp (4): thân tàu Wigley 1 và 2, so sánh kết quả thực nghiệm với tính toán bằng lý thuyết (MKK), $2p/L = 0,288$; $LS = 0,35$ m về đuôi.

Bảng 3. Giá trị C_w tính theo lý thuyết

Fr	Giá trị thực nghiệm $C_w \cdot 10^3$ [trường hợp (1) ÷ (4)]			
	Trường hợp (1): $2p/L = 0,216$, $LS = 0$ m	Trường hợp (2): $2p/L = 0,288$, $LS = 0$ m	Trường hợp (3): $2p/L = 0,216$, $LS = -0,35$ m	Trường hợp (4): $2p/L = 0,288$, $LS = -0,35$ m
0,255	0,2449	0,5847	0,4190	0,2074
0,339	1,3875	2,1197	1,3938	1,0117
0,424	5,9919	5,5963	4,7601	4,1975
0,509	4,9462	4,3918	4,3855	3,6235
0,594	3,5092	3,1520	2,9283	2,4228



Hình 3. Đồ thị biểu diễn mối quan hệ $CW = CW(Fr)$ theo thực nghiệm



Hình 4. Đồ thị biểu diễn mối quan hệ $CW = CW(Fr)$ tính theo phương pháp lý thuyết

4. Kết luận

Từ những kết quả nói trên chúng ta thấy rằng, sự khác nhau về số liệu giữa thực nghiệm và phương pháp tính bằng lý thuyết (phương pháp nghiệm hữu hạn) đối với các trường hợp tính toán từ (1 ÷ 4) nằm trong giới hạn 3%. Sử dụng công thức Tuck-Lauzaskas phối hợp với hàm biên độ Newman, cho thấy rất hiệu quả để đánh giá lực cản sóng của tàu ba thân.

Phương pháp nghiệm hữu hạn đưa đến kết quả không chỉ phù hợp tốt với thực nghiệm về trực tiếp xác định lực cản, mà còn phù hợp tốt với kết quả nghiên cứu thực nghiệm về sự thay đổi profile sóng sau thân tàu bằng phương pháp của Landweber khi biến đổi tích phân Fourier (LFT), phương pháp phần tử ma trận (MEM) và phương pháp đặc biệt tương đương (MES). Các công trình này đã chỉ ra rằng, quan niệm lý thuyết tuyến tính của “tàu mảnh” Mitchell vẫn luôn có tính thời sự và ngày nay có thể khuyến nghị áp dụng để dự đoán lực cản sóng của tàu khi phối hợp với phương pháp nghiệm hữu hạn và hàm biên độ sóng thích hợp.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Michell J.H., *The Wave Resistance of a Ship*// Philosophical Magazine., 1898. Vol.45. - Ser.5. - P.6 -123.
- [2]. Wigley W.C.S., *Calculated and Measured Wave Resistance for a Series of Forms Defined Algebraically the Prismatic Coefficient and Angle of Entrance Being Varied Independently*// Trans., INA. - 1942. - Vol.84.
- [3]. Newman J.N., *Marine Hydrodynamics*, - The MIT Press. 1977. P.260 - 284.
- [4]. Tuck E.O, Lazauskas L., *Optimum Hull Spacing of a Family of Multyhulls*. - Applied Mathematics Department, University Adelaide, Australia, June 1998.
- [5]. Faltinsen Odd M., *Hydrodynamics of High - Speed*, Marine Vehicles University Press, 2005, p. 120 - 125.
- [6]. Камил М.С., *Применение метода конечного корня в линейной теории волнового сопротивления многокорпусных судов. -Ч.1: Однокорпусные суда. - Ч.2: Двухкорпусные суда.*// научный журнал «Морские интеллектуальные технологии» No. 3 (25) Т.1 2014, сс. 83-90.

Tính toán xác suất lật của tàu trên sóng ứng dụng phương pháp Melnikov Calculation of capsizing probability of ship in waves based on Melnikov's method

Lê Thanh Bình¹, O.I. Solomensev²

¹Trường Đại học Hàng hải Việt Nam,
binhlth@vimaru.edu.vn

²Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Tóm tắt

Bài báo trình bày ứng dụng của phương pháp Melnikov trong nghiên cứu dao động hỗn loạn cho trường hợp lắc ngang của tàu dưới tác dụng của sóng thông qua phương trình vi phân. Kết quả của phương pháp Melnikov cho sóng điều hòa được tính chuyển sang sóng không điều hòa bằng cách sử dụng sơ đồ xác suất toàn phần dựa trên biểu thức biểu diễn biên giới hạn xảy ra dao động hỗn loạn trong lắc ngang của tàu. Biểu thức xác định xác suất lật của tàu trên sóng không điều hòa áp dụng định luật phân bố Rayleigh cho chiều cao sóng và chiều dài sóng với giả thiết chúng không phụ thuộc lẫn nhau.

Từ khóa: Phương pháp Melnikov, xác suất lật tàu, hỗn loạn, phân bố Rayleigh.

Abstract

This paper presents the application of Melnikov's method for analysing chaos of ship rolling under excitation of beam waves using its differential equation. The results of Melnikov's method for regular beam waves are then transferred to irregular waves using full probabilistic scheme based on the equation of the boundary, beyond that the onset of chaos of ship rolling occurs. For calculation of probability of ship capsizing the Rayleigh distribution is applied for wave height and wave length with assumption that they are independent parameters.

Keywords: Melnikov's method, probability of ship capsizing, chaos, Rayleigh distribution.

1. Đặt vấn đề

Tiêu chuẩn ổn định của tàu theo quy định của các tổ chức phân cấp cũng như Tổ chức hàng hải thế giới IMO dựa trên tiêu chuẩn năng lượng, thể hiện thông qua tiêu chuẩn ổn định thời tiết. Trong khi đó, ổn định của tàu là một quá trình động học phi tuyến xét theo yếu tố môi trường hồi phục. Dưới tác dụng điều hòa của sóng và ảnh hưởng của gió có thể xuất hiện hiện tượng dao động hỗn loạn được đề cập đến trong lý thuyết thảm họa, [9-15], có thể dẫn đến lật tàu. Tuy vậy, tiêu chuẩn ổn định thời tiết không cho phép chúng ta tính toán đến ảnh hưởng của hiện tượng này. Thực tế khai thác cho thấy, mặc dù các tàu thỏa mãn các tiêu chuẩn ổn định hiện hành nhưng vẫn xảy ra các trường hợp tàu bị lật liên quan đến các hiện tượng như: dao động hỗn loạn (chaotic oscillation), cộng hưởng tham số (parametric roll), cưỡi sóng (surf-riding), ... Do vậy, năm 2002 IMO đã đề mở chủ đề về xây dựng tiêu chuẩn ổn định nguyên vẹn thể hệ 2 cho tàu biển theo hướng tiếp cận dựa trên hiệu suất được đề cập rõ trong IMO SLF 48/21, [11, 13]. Đã có nhiều nghiên cứu của các tác giả liên quan đến những hiện tượng nguy hiểm trên, có thể kể đến như Belenky, Sevastianov, Spyrou, Vassalos, Wan-Wu, ... đã tạo nên một nền tảng lý thuyết khá vững chắc cho phép giải quyết những vấn đề trên.

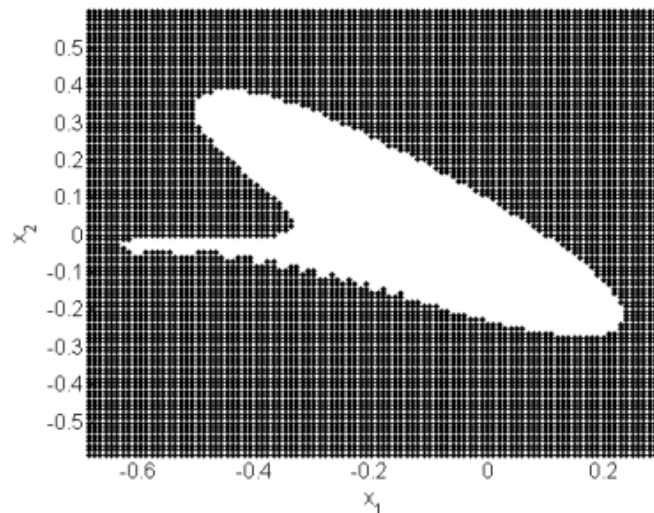
Nghiên cứu ảnh hưởng của dao động hỗn loạn đến hiện tượng lật tàu gắn liền với hai vấn đề. Thứ nhất, thống kê của Sevastianov [3], cho thấy nhiều trường hợp tàu bị lật mà không hề có các biểu hiện nguy hiểm rõ ràng nào trước đó. Thứ hai là liệu việc xuất hiện hiện tượng dao động hỗn loạn có phải chắc chắn dẫn đến lật tàu hay không vẫn là một câu hỏi chưa được trả lời.

Mục đích của nghiên cứu này là thiết lập các công thức tính toán gần đúng xác suất lật của tàu dựa trên lý thuyết thảm họa và phân tích các kết quả tính toán nhằm đánh giá khả

năng thay thế tiêu chuẩn ổn định truyền thống bằng tiêu chuẩn mới gắn với ảnh hưởng của dao động hỗn loạn.

2. Tổng hợp các kết quả nghiên cứu

Hiện nay, để nghiên cứu dao động hỗn loạn (chaos) của hệ cơ học thường sử dụng hai phương pháp chủ yếu là phương pháp Lyapunov và phương pháp Melnikov, 1963 [2]. Trong thời gian gần đây, phương pháp Melnikov được nhiều nhà nghiên cứu phát triển và có được ứng dụng rộng rãi hơn trong nghiên cứu dao động hỗn loạn của tàu trên sóng, [9-15]. Kết quả đạt được từ lý thuyết trên là biểu thức mô tả biên mà tại đó bắt đầu xảy ra hiện tượng “ăn mòn” vùng an toàn (erosion of safe basin) được biểu diễn trên mặt phẳng pha (phase plane) - gồm trục biên độ và trục vận tốc (hình 1). Kết quả của các nghiên cứu [9-15] cho phép thiết lập các công thức tính khá đơn giản để tính xác suất lật của tàu trong chế độ sóng dừng (stationary sea state). Trong [7] trình bày chi tiết công thức tính xác suất lật của tàu dựa trên tiêu chuẩn năng lượng.



Hình 1. Mặt phẳng pha và vùng an toàn màu trắng [15]

3. Nội dung

3.1. Giới thiệu phương pháp Melnikov

Ý tưởng cơ bản của Melnikov là sử dụng nghiệm phương trình vi phân dao động của hệ Hamilton không nhiễu (không chịu tác dụng của ngoại lực) để đi tìm nghiệm của hệ chịu nhiễu [15]. Phương pháp Melnikov cho phép xác định khoảng cách giữa quỹ đạo của hệ không nhiễu với quỹ đạo của hệ chịu nhiễu. Khi biên độ của ngoại lực tăng đến mức khoảng cách đó bằng không hay hai quỹ đạo đó tiếp tuyến với nhau thì sẽ xảy ra dao động hỗn loạn của hệ.

Trong nghiên cứu lắc ngang của tàu, phương trình vi phân bậc 2 có thể được biểu diễn ở dạng hệ 2 phương trình vi phân bậc 1 và viết ở dạng vector ngắn gọn như sau:

$$\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{f}(\mathbf{x}) + \varepsilon \mathbf{g}(\mathbf{x}, t) \text{ với } \mathbf{x} \in \mathbf{R}^2 \quad (1)$$

Trong đó: $\mathbf{x} = (\theta, \dot{\theta})$ - vector biên độ và vận tốc lắc ngang; $\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{f}(\mathbf{x})$ là phương trình lắc ngang tự do của tàu, có nghiệm là một quỹ đạo ổn định; $\varepsilon \mathbf{g}(\mathbf{x}, t)$ đặc trưng cho cường độ của nhiễu điều hòa với giả thiết là tương đối nhỏ (hệ số ε).

Gọi $\mathbf{q}_0(t - t_0)$ là quỹ đạo của hệ không nhiễu $\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{f}(\mathbf{x})$; $\mathbf{q}_\varepsilon^s(t, t_0)$ và $\mathbf{q}_\varepsilon^u(t, t_0)$ là quỹ đạo ổn định và quỹ đạo không ổn định của hệ chịu nhiễu (1).

Theo định nghĩa, phương trình Melnikov là khoảng cách phân tách giữa quỹ đạo ổn định và không ổn định chiếu lên pháp tuyến của quỹ đạo của hệ không nhiễu. Giá trị của hàm trên phụ thuộc vào thời gian, xác định theo công thức sau:

$$d(t, t_0) = \frac{\varepsilon \Delta(t)}{\|f(q_0(t-t_0))\|} = \varepsilon \frac{f(q_0(t-t_0)) \wedge (q_1^u(t, t_0) - q_1^s(t, t_0))}{\|f(q_0(t-t_0))\|} \quad (2)$$

3.2. Kết quả ứng dụng phương pháp Melnikov

Phương pháp Melnikov cho phép biểu diễn kết quả ở dạng mô phỏng tính bằng cách chia mặt phẳng pha thành một lưới điểm các điều kiện ban đầu và kiểm tra điều kiện xuất hiện dao động hỗn loạn đối với từng điều kiện ban đầu. Phương pháp này có nhược điểm là có sự sai số tích lũy do không thể chia mặt phẳng pha thành vô số điểm để kiểm tra hết, trong khi một hệ dao động phi tuyến lại rất nhạy đối với điều kiện ban đầu. Do đó, các tác giả sử dụng phương pháp tiếp cận khác để ứng dụng kết quả nhận được từ [9-15].

Phương trình vi phân lắc ngang của tàu trên sóng điều hòa ở dạng không thứ nguyên được biểu diễn bởi biểu thức sau:

$$\ddot{x} + \mu \dot{x} + w \dot{x} |\dot{x}| + x - \beta x^3 = f_\theta \sin \Omega \tau \quad (3)$$

$$\mu = \frac{N_{44}}{(I_{xx} + I_{44})n_\theta}; w = \frac{W_{44}}{I_{xx} + I_{44}}; \beta = \frac{1}{\theta_v^2}; n_\theta = \sqrt{\frac{\Delta h}{I_{xx} + I_{44}}}; \Omega = \frac{\omega}{n_\theta}; f_\theta = \kappa_\theta(\omega) \frac{\omega^2}{2g} h_w$$

Trong đó: I_{xx} , I_{44} - mô men quán tính tự thân và mô men quán tính nước kèm của tàu; N_{44} , W_{44} - hệ số dập tuyến tính và phi tuyến; θ_v - góc lặn của đồ thị ổn định tĩnh; n_θ - tần số dao động riêng của tàu; h_w - chiều cao sóng; Δ - lượng chiếm nước; h - chiều cao tâm nghiêng ban đầu; $\tau = n_\theta t$ - thời gian ở dạng không đơn vị.

Khi biên độ của ngoại lực f_θ vượt quá giá trị giới hạn như xác định ở (4) sẽ gây ra hiện tượng ăn mòn vùng an toàn, xuất hiện dao động hỗn loạn, có thể dẫn tới lật tàu. Biên độ ngoại lực giới hạn xác định bởi [14, 15]:

$$f_\theta^{CR} = \frac{1}{\pi \Omega} \left(\frac{4\mu\theta_v}{3} + \frac{4\sqrt{2}w\theta_v^2}{15} \right) \sinh \frac{\pi \Omega}{\sqrt{2}} \quad (4)$$

Dao động hỗn loạn của hệ phi tuyến dưới tác động của ngoại lực điều hòa kết hợp với một nhiễu trắng (white noise) được đề cập trong [9]. Nếu phương trình lắc ngang trong nghiên cứu [9] bỏ thành phần nhiễu trắng thì kết quả nhận được cũng hoàn toàn trùng hợp với (6). Nếu chỉ xét tới tác động của nhiễu trắng thì điều kiện để không xuất hiện dao động hỗn loạn là $\theta_v / \sqrt{D_\theta} \leq k$, với D_θ là phương sai biên độ lắc ngang của tàu và k là hệ số. Nếu áp dụng định

luật phân bố Rayleigh cho biên độ lắc ngang thì xác suất lật của tàu sẽ là $P_{CSZ} = \exp\left(-\frac{k^2}{2}\right)$.

Phương pháp tiếp cận trên có thể coi là không hợp lý vì không phù hợp với thực tế, do giả thiết rằng tất cả các sóng tới đều có chiều dài sóng ứng với chiều dài sóng cộng hưởng lắc ngang của tàu. Nói cách khác, ảnh hưởng chủ yếu đến lắc ngang của tàu tập trung ở những sóng có tần số gần với n_θ . Do đó, kết quả tính toán phương sai biên độ lắc ngang không còn chính xác khi không tính hết các khoảng giá trị của tần số sóng.

Từ biểu thức (4) có thể thấy tàu có hệ số dập và khoảng dương của đồ thị ổn định tĩnh càng lớn thì càng khó bị lật. Điều này hoàn toàn phù hợp với thực tế. Dưới tác dụng của sóng không điều hòa, có thể giả định rằng tàu bị lật nếu trong một thời điểm nào đó thỏa mãn điều kiện $f_\theta \geq f_\theta^{CR}$. Khi áp dụng điều kiện này cần phải để ý đến cả cường độ cũng như các yếu tố của phổ sóng. Do đó, cách tiếp cận như trong [9, 10], xác suất lật của tàu có thể được tính là xác suất chiều cao sóng vượt qua giá trị giới hạn h_w^{CR} có thể coi là chưa chính xác. Trong nghiên cứu này, các tác giả sử dụng cách tiếp cận khác như đã nêu trong [5].

Ta có: $f_{\theta}^{CR} = \kappa_{\theta}(\omega) \frac{\omega^2}{2g} h_w$; $\omega = \sqrt{\frac{2\pi \cdot g}{\lambda_w}}$ nên $\Omega = \Omega_{\lambda}(\lambda_w) = \frac{1}{n_{\theta}} \sqrt{\frac{2\pi \cdot g}{\lambda_w}}$ với λ_w là bước sóng.

Kết hợp với các công thức (3) và (4), sau biến đổi ta nhận được biểu thức biểu diễn biên giới hạn ở dạng $h_w - \lambda_w$ như sau:

$$h_w(\lambda_w) = \frac{2gn_{\theta}}{\pi\kappa_{\theta}(\lambda_w) \left(\frac{2\pi \cdot g}{\lambda_w}\right)^{3/2}} \left(\frac{2\mu\theta_v}{3} + \frac{4\sqrt{2}w\theta_v^2}{15} \right) \sinh \frac{\pi\Omega_{\lambda}(\lambda_w)}{\sqrt{2}} \quad (5)$$

Giả thiết rằng, chiều cao và chiều dài sóng là độc lập không phụ thuộc lẫn nhau, do đó ta có thể biểu diễn định luật phân bố hỗn hợp của chúng ở dạng $f(h_w, \lambda_w) = f_h(h_w) f_{\lambda}(\lambda_w)$. Xác suất lật của tàu xác định theo công thức sau:

$$P_{CSZ} = \int_0^{\infty} \int_{h_{\lambda}(\lambda_w)}^{\infty} f_h(h_w) f_{\lambda}(\lambda_w) dh_w d\lambda_w \quad (6)$$

$$\text{hay:} \quad P_{CSZ} = 1 - \int_0^{\infty} F_h(h_w) \Big|_{h=h_{\lambda}(\lambda_w)} f_{\lambda}(\lambda_w) d\lambda_w \quad (7)$$

với $F_h(h_w)$ là hàm phân bố xác suất của chiều cao sóng.

Nếu coi chiều cao và chiều dài sóng phân bố theo định luật phân bố Rayleigh:

$$f_h(h_w) = \frac{\pi}{2} \frac{h_w}{\bar{h}_w^2} \exp\left[-\frac{\pi}{4} \left(\frac{h_w}{\bar{h}_w}\right)^2\right]; f_{\lambda}(\lambda_w) = \frac{\pi}{2} \frac{\lambda_w}{\bar{\lambda}_w^2} \exp\left[-\frac{\pi}{4} \left(\frac{\lambda_w}{\bar{\lambda}_w}\right)^2\right] \quad (8)$$

với $\bar{h}_w, \bar{\lambda}_w$ - chiều cao sóng trung bình, bước sóng trung bình của sóng không điều hòa có thể được tính dựa trên công thức cho trong [5].

Kết hợp với biểu thức (5) và (7), ta có:

$$P_{CSZ} = \frac{\pi}{2\bar{\lambda}_w^2} \int_0^{\infty} \exp\left\{-\frac{\pi}{4} \left[\left(\frac{h_{\lambda}(\lambda_w)}{\bar{h}_w}\right)^2 + \left(\frac{\lambda_w}{\bar{\lambda}_w}\right)^2\right]\right\} \lambda_w d\lambda_w \quad (9)$$

Sử dụng công thức (5) và (9) cho phép xác định xác suất lật của tàu trên sóng không điều hòa.

Ví dụ minh họa được thực hiện cho tàu container 710TEU với các thông số chủ yếu như sau: chiều dài giữa hai đường vuông góc $L_{PP} = 126,8$ m; chiều rộng $B = 19,4$ m; mớn nước $d = 7,435$ m; lượng chiếm nước $\Delta = 12279$ t, ứng với trạng thái toàn tải của tàu.

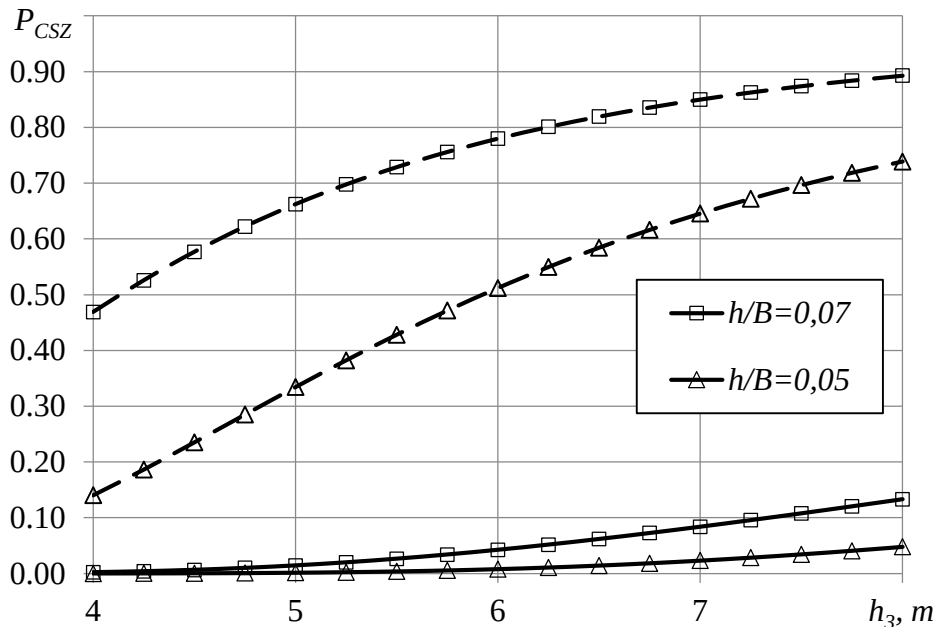
Để xác định các hệ số đập tuyến tính và phi tuyến trong phương trình (3) các tác giả sử dụng chương trình HYDROSTAR của Bureau Veritas, Pháp cũng như kết quả của Kawahara [8]. Kết quả tính hệ số đập được cho trong bảng 1.

Bảng 1. Hệ số đập tuyến tính μ và phi tuyến w

h_0/B	μ	w
0,05	0,0161	0,0211
0,07	0,0136	0,0191

Hình 2 là kết quả kiểm tra xác suất lật của tàu theo công thức (9) dựa trên phương pháp Melnikov và theo tiêu chuẩn năng lượng ứng với hai trường hợp chiều cao tâm nghiêng tương đối h_0/B lần lượt là 0,05 và 0,07. Có thể thấy xác suất lật tính theo (9) lớn hơn nhiều so với giá trị tính theo tiêu chuẩn năng lượng. Điều này cho thấy việc xuất hiện dao động hỗn loạn không nhất định dẫn đến lật tàu, nói cách khác việc bắt đầu xuất hiện sự ăn mòn vùng an

toàn trên mặt phẳng pha do biên độ của ngoại lực vượt quá giá trị giới hạn chưa phải điều kiện dẫn tới lật tàu. Điều này có thể giải thích như sau, do lượng (hay %) ăn mòn vùng an toàn của mặt phẳng pha phụ thuộc vào mức độ vượt qua giá trị giới hạn, ăn mòn xảy ra càng lớn khi giá trị giới hạn bị vượt qua càng lớn. Lượng ăn mòn đó cần phải đạt đến một lượng nhất định mới có thể dẫn tới hiện tượng lật tàu. Trong khi ứng dụng phương pháp Melnikov mới chỉ cho phép xác định biên tại đó xuất hiện dao động hỗn loạn mà chưa cho phép xác định lượng ăn mòn vùng an toàn. Do đó, vấn đề còn tồn tại ở đây là phải đi tìm được mối liên hệ giữa hiện tượng lật của tàu với lượng phần trăm ăn mòn vùng an toàn.



Hình 2. Xác suất lật của tàu: nét đứt - theo (9); nét liền - theo tiêu chuẩn năng lượng

4. Kết luận

- Đã xây dựng được biểu thức tương đối đơn giản cho phép xác định xác suất xuất hiện dao động hỗn loạn ứng với trường hợp lắc ngang của tàu trên sóng không điều hòa ứng dụng phương pháp Melnikov.

- Từ kết quả tính xác suất chưa cho phép giải thích được một cách rõ ràng mối liên hệ giữa sự xuất hiện dao động hỗn loạn với trường hợp lật tàu. Vì vậy, việc thay thế tiêu chuẩn ổn định thời tiết bằng tiêu chuẩn liên quan đến dao động hỗn loạn vẫn còn quá sớm để kết luận và cần các nghiên cứu bổ sung.

- Các công thức để xác định xác suất dao động hỗn loạn còn có các điểm cần bổ sung thêm như ảnh hưởng của gió ngẫu nhiên và điều kiện về giới hạn tồn tại của sóng biên - tỷ số

$$h_w < \frac{\lambda_w}{7}.$$

Tài liệu tham khảo

- [1]. Алёшин, И.К., Влияние ограниченности реальных случайных процессов волнения и ветра на вероятностные характеристики качки и устойчивости судов в условиях шторма, *Малотоннажное судостроение: Сборник научных трудов НКИ*. - Николаев: НКИ, 1988.
- [2]. Мельников, В.К., Об устойчивости центра при периодических по времени возмущениях, *Труды Московского математического общества*, 1963.- № 12.-с. 1-57.
- [3]. Севастьянов, Н.Б., *Остойчивость промысловых судов*, Л.: Судостроение, 1970.- 200 с.

- [4]. Соломенцев, О.И., Нормирование волновых нагрузок, действующих на судно, с учётом конечности их максимальных значений, *Вісник НУК*, 2010 р. - Миколаїв: НУК, 2011.-с. 124-136.
- [5]. Соломенцев, О.И., Ли Тхань Бин, Об одном способе выбора критерия вынужденного снижения скорости судна из-за заливания, *Збірник наукових праць НУК*. - Миколаїв: НУК, 2012. -№3.- С.
- [6]. Соломенцев, О.И., Ли Тхань Бин, Определение экстремальных амплитуд волн с учётом метеопрогноза, *Збірник наукових праць НУК*. - Миколаїв: НУК, 2013. -№ 3.- С.
- [7]. Соломенцев, О.И., Нгуен Вьет Хоан, Ли Тхань Бин, Вероятность отказа и функция риска в задаче технико-экономического обоснования уровня устойчивости судна, *Інновації в суднобудуванні та океанотехніці*. Матеріали IV Міжнародної науково-технічної конференції - Миколаїв, НУК.- 2013.-с. 108-110.
- [8]. Y. Kawahara, K. Maekawa, Y. Ikeda, Simple Prediction Formula of Roll Damping of Conventional Cargo Ships on the Basis of Ikeda's Method, *Proceedings of the 10-th International Conference of Stability of Ships and Ocean Vehicles*.-2009, 12 p.
- [9]. H. Lin, S.C.S.Yim, Chaotic Roll Motion and Capsize of Ships Under Periodic Excitations with Random Noise, *Applied Ocean Research*, 1995.- Vol. 17.-p. 185-204.
- [10]. McCue, L., A. Troesch, Probabilistic Determination of Critical Wave Height for a Multi-degree of Freedom Capsize, *Ocean Engineering*, 2005. - Vol. 12.-p. 1608-1622
- [11]. Zhan-Jun long, Sejn-Keon Lee, Sung-Jong Lee a.o., Prediction of Stability of Ship by Risk Based Approach, *Journal of the Navigation and Port Research*, 2009.- Vol. 33.- № 4.-p. 255-261.
- [12]. Roberts J.B., A Stochastic Theory for Nonlinear Ship Rolling in Irregular Seas, *Journal of Ship Research*, 1982. - Vol. 26. - №4.- p. 229-246.
- [13]. Spyrou, K. J., Basis for Development a Rational Alternative to the Weather Criterion: Problems and Capabilities, *Contemporary Ideas of Ship Stability and Capsizing in Waves.- Fluid Mechanics and its Application*.- Vol. 96.- Ecole Nationale d'Hydraulique de Grenoble.- Grenoble. - 2011.
- [14]. Vishnubholta, S., A New Method to Predict Vessel Capsizing in a Realistic Seaway, *PhD. Dissertation*. - University of New Orleans.- New Orleans, 2007.-78 p.
- [15]. Wan Wu, L. McCue, Application of the Extended Melnikov's Method for Single-Degree-of-Freedom Vessel Roll Motion, *Ocean Engineering*, 2008.- Vol. 35.-p. 1730-1746.

Tính toán ổn định giàn khoan biển di động

Calculations of stability for mobile offshore rigs

Vũ Viết Quyền

Trường Đại học Hàng hải Việt Nam,

quyenvv.cndt@vimaru.edu.vn

Tóm tắt

Giàn khoan biển thường có hình dáng đặc biệt như đối với giàn bán chìm hay tự nâng là hình dạng kiểu hộp. Do hình dáng như vậy khiến phương pháp xác định các đặc điểm thủy tĩnh của tàu thủy đối với chúng sẽ không phù hợp. Thay vào đó, phương pháp tiếp cận là coi hình dạng kiểu hộp này bao gồm các tấm panel lớn là thích hợp hơn. Một điều cần thiết khi phân tích đặc điểm thủy tĩnh của giàn khoan biển là lựa chọn hướng trục. Trong khi đối với tàu, nghiêng xung quanh một trục dọc được giả định thì các tổ chức đăng kiểm yêu cầu xem xét trục bất kỳ đối với các công trình ngoài khơi. Tùy thuộc vào kết quả mà các trục quan trọng được xác định. Bài báo này tập trung vào phương pháp như vậy.

Từ khóa: Ổn định, giàn bán chìm, giàn tự nâng.

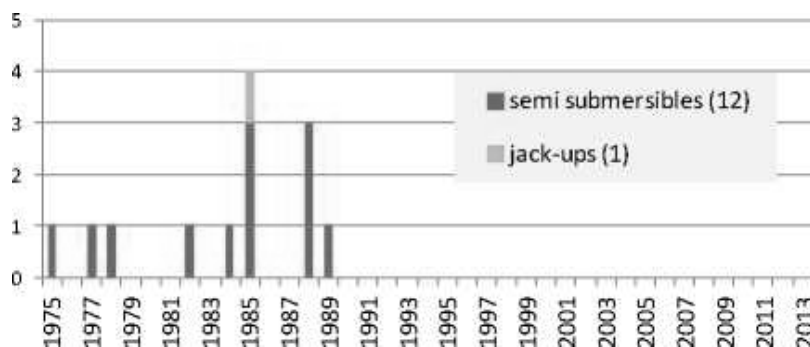
Abstract

A particular feature of semi-submersibles and jack-ups is their box-type shape. It is this feature that makes it unattractive to determine the hydrostatic characteristics in the way it is done for ships. Instead, an approach whereby the box-type shape is considered as consisting of large flat panels is more appropriate. Another feature necessary when analyzing mobile offshore structures for hydrostatic properties is the freedom in selecting the heeling axis direction. Whilst for ships, heel around a longitudinal axis is automatically assumed, regulatory bodies require that for offshore structures any axis can be considered. Depending on the outcome, the critical axis is defined. This paper focuses on such method.

Keywords: Semi-submersibles, jack-ups, stability.

1. Mở đầu

Trong việc đánh giá an toàn của một giàn khoan ngoài khơi, ổn định đóng một vai trò rất quan trọng. Có thể thấy trong nhiều năm qua, các yêu cầu về ổn định của các tổ chức và cơ quan đăng kiểm trên thế giới chủ yếu tập trung vào các thông số ổn định như chiều cao tâm nghiêng ban đầu (GM) hay tỷ lệ diện tích dưới đường cong mô men tĩnh và mô men nghiêng do gió [3]. Các yêu cầu này ban đầu được bắt nguồn từ yêu cầu của tàu biển thông thường, tuy nhiên từ kinh nghiệm thực tế và các tai nạn xảy ra đối với loại công trình biển này đã dẫn đến một số thay đổi yêu cầu cụ thể hơn,... Ban đầu, mỗi một tổ chức đăng kiểm thường có tiêu chuẩn riêng của mình, tuy nhiên trong những năm qua, các tiêu chuẩn này đang càng ngày gần giống nhau dù vẫn khác nhau về một số chi tiết.



Hình 1. Các bài nghiên cứu của OTC về MODU

Kinh nghiệm thực tế đã cho thấy rằng tính toán đường cong tay đòn ổn định tĩnh đối với giàn khoan biển khá phức tạp. Trong những năm 80 của thế kỷ XX đã có rất nhiều nghiên

cứu về vấn đề này, hầu hết trong số chúng là về dạng giàn bán chìm, chỉ có một số ít đề cập đến sự ổn định giàn tự nâng (jack-up). Sau năm 1991, sự quan tâm đến vấn đề ổn định giàn khoan biển ngày càng ít đi (ví dụ như trong OTC - Offshore Technology Conferences) [2].

Bảng 1. Tiêu chuẩn ổn định của một số Tổ chức Đăng kiểm Quốc tế

Yêu cầu	NMD <i>Cục hàng hải Na Uy</i>	CCG <i>Cục cảnh sát biển Canada</i>	ABS <i>Tổ chức Đăng kiểm Mỹ</i>	DNV <i>Tổ chức Đăng kiểm Na Uy</i>
Tỉ số diện tích	$\geq 1,3$	$\geq 1,3$	$\geq 1,3$	$\geq 1,3$
Góc nghiêng tính do gió	$\leq 17^\circ$	$\leq 15^\circ$	Không yêu cầu.	Không yêu cầu.
Góc nghiêng tại góc giao điểm thứ 2	$\geq 30^\circ$	Không yêu cầu.	Không yêu cầu.	Không yêu cầu.
Minimum <i>GM</i>	≥ 1 m tại trạng thái vận hành, di chuyển và bão; $\geq 0,3$ m tại trạng thái trung gian.	≥ 1 m tại trạng thái vận hành, di chuyển và bão; $\geq 0,3$ m tại trạng thái trung.	≥ 0 m.	≥ 1 m tại trạng thái vận hành, di chuyển và bão; $\geq 0,3$ m tại trạng thái trung gian.
Mô men tĩnh hay GZ nhỏ nhất	Dương trong phạm vi từ 0° đến góc giao điểm thứ 2.	Không yêu cầu.	Dương trong phạm vi từ 0° đến góc giao điểm thứ 2.	Dương trong phạm vi từ 0° đến góc giao điểm thứ 2.

2. Phương pháp phân tích ổn định

Ví dụ về các kết cấu, hình dáng giàn khoan biển được đưa ra dưới đây. Ngày nay, dạng giàn khoan bán chìm hiện đại thường được đặt cố định tại một vị trí khai thác trong thời gian dài và ít di chuyển hơn so với những năm 80 của thế kỷ XX và phần boong được phân chia nhiều hơn (hình 2). Hình 3 là một ví dụ của một giàn tự nâng dạng tam giác, khai thác ở độ sâu 200 m.



Hình 2. Giàn bán chìm cỡ lớn



Hình 3. Giàn tự nâng 200m nước

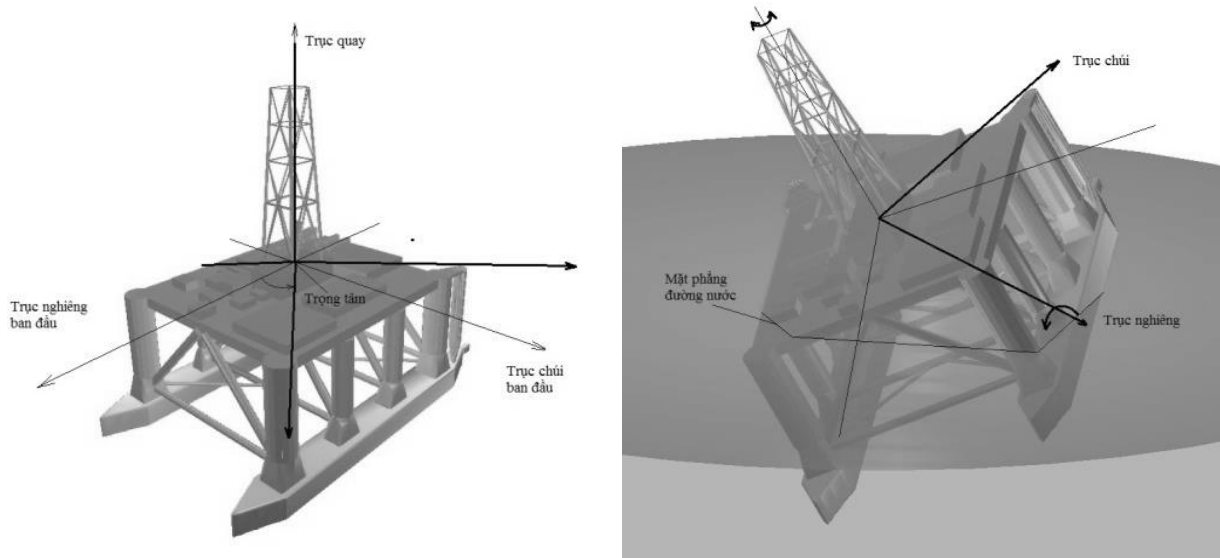
Có nhiều phương pháp khác nhau để phân tích ổn định cho công trình biển di động. Tuy nhiên như đã đề cập, phương pháp đơn giản là cố định trục và giàn bán chìm sẽ nghiêng xung quanh trục này với góc chúi bằng không. Các hướng trục khác sẽ được xem xét kiểm tra để tìm ra trục tới hạn. Ở đây một vấn đề phát sinh là đối với giàn khoan bán chìm (GKBC) khi nghiêng quanh một trục sẽ xuất hiện mô men chúi quanh trục vuông góc và còn có thể có lực nâng theo phương thẳng đứng. Có hai phương pháp có thể sử dụng để loại bỏ mô men chúi:

- Bằng cách áp dụng một góc chúi thích hợp (free trim);

- Hay bằng cách quay giàn bán chìm quanh trục nâng (free twist).

Sự khác nhau ở đây là ở trường hợp thứ nhất giàn sẽ quay quanh trục nằm ngang ban đầu, trong khi ở trường hợp thứ hai thì nó sẽ quay quanh trục thẳng đứng ban đầu.

Đối với phương pháp thứ hai thì góc nghiêng của GKBC sẽ là góc dốc lớn nhất so với mặt phẳng nằm ngang ban đầu và mặt phẳng đường nước sẽ luôn song song với trục nghiêng.

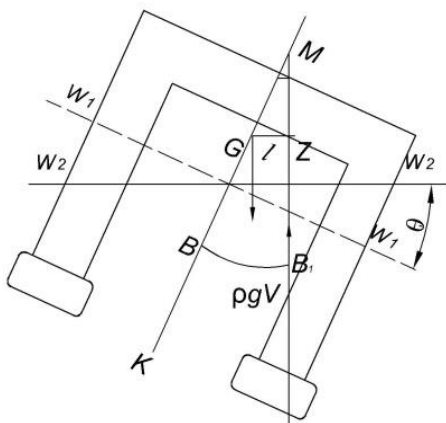


Hình 4. Trường hợp giàn quay trục quanh trục thẳng đứng

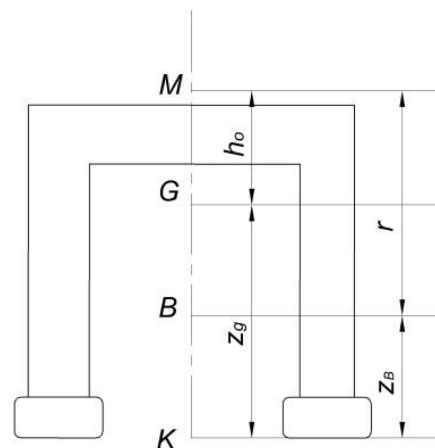
2.1. Ổn định góc nhỏ

Như với tĩnh học tàu thủy, giàn bán chìm hay giàn tự nâng ở trạng thái nghiêng với góc nhỏ mô men hồi phục có thể tính như hình 5 (đối với góc nghiêng nhỏ, $\sin \theta$ có thể được lấy bằng θ (radian)):

$$M_{hp} = \Delta \cdot l = \Delta \cdot h_0 \cdot \sin \theta \quad (1)$$



Hình 5. Tác dụng trọng lực và lực nổi trong trường hợp nghiêng góc nhỏ



Hình 6. Xác định chiều cao tâm nghiêng ngang

Giá trị đoạn $GM = h_0$ được gọi là chiều cao tâm nghiêng ngang được xác định từ hình 6 bằng biểu thức:

$$GM = KB + BM - KG = z_B + r - z_g \quad (2)$$

Với $BM = I / \nabla$; K là điểm nằm trên đường dọc tâm tại đáy tàu, G là trọng tâm, B là tâm nổi, M là tâm nghiêng, I là mô men quán tính ngang của diện tích đường nước và ∇ là thể tích lượng chiếm nước. Mô men quán tính ngang diện tích đường nước của một xà lan điển

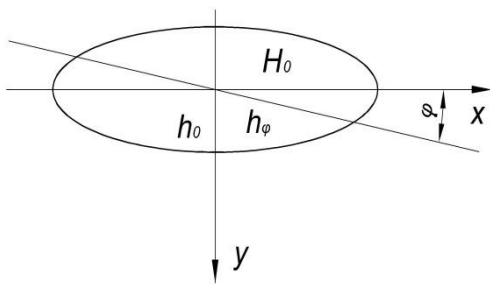
hình hoặc ponton hình chữ nhật được tính bởi công thức: $I = b^3l/12$; Với b là chiều rộng và l là chiều dài.

Đối với giàn bán chìm cần xây dựng biểu đồ dạng đường cung biểu diễn quy luật thay đổi của chiều cao tâm nghiêng ban đầu hay còn gọi là biểu đồ ổn định ban đầu (hình 7), có nghĩa là cần phải biết h_φ . Có thể sử dụng công thức sau [1]:

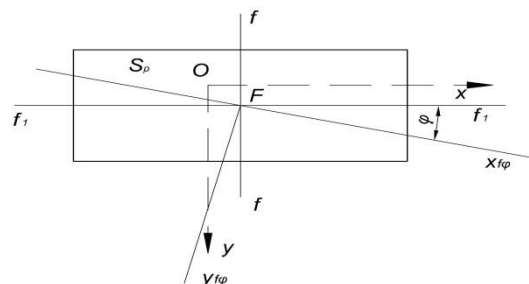
$$h_\varphi = z_B + r_\varphi - z_g \quad (3)$$

Trong đó: $r_\varphi = \frac{I_{xf\varphi}}{V}$ hay có thể sử dụng công thức sau: $r_\varphi = r \cos 2\varphi + R \sin 2\varphi$ (4)

Biểu đồ h_φ gần giống với hình dạng Elip. Đối với tàu thông thường với các tỷ số $L/B = 4 \div 8$, $h_0 \approx 0.5 \div 2$ m, $H_0 \approx L$ (H_0 - chiều cao tâm chủi) có nghĩa là $H_0 \gg h_0$ vì vậy elip sẽ có dạng thon dài, còn đối với giàn bán chìm và các công trình nổi khác thường có tỷ số $L/B = 1 \div 3$ thì h_0 và H_0 khác nhau không nhiều. Đối với các công trình có mặt bằng dạng hình tròn hoặc hình vuông thì giá trị $h_0 = H_0$, khi đó elip sẽ trở thành hình tròn. Còn đối với dạng Elip thì $h_0 = h_{\min}$ và $H_0 = h_{\max}$ [1].



Hình 7. Biểu đồ ổn định ban đầu



Hình 8. Xác định diện tích hứng gió

Biểu đồ trên cho phép khảo sát tất cả các trường hợp bất lợi nhất về mô men hồi phục và mô men gây nghiêng. Dưới tác động của gió, mô men nghiêng lớn nhất khi diện tích hứng gió là lớn nhất (diện tích hứng gió S_p - là hình chiếu phẳng của toàn bộ kiến trúc thượng tầng lên mặt phẳng vuông góc với hướng gió), điều này có nghĩa là mặt phẳng chiếu của kiến trúc thượng tầng đi qua hướng đường chéo (hình 8). Mô men lớn nhất trong trường hợp này được tính bằng:

$$M_{ng\varphi} = M_{hn\varphi} = \Delta \cdot h_\varphi \cdot \theta_\varphi \quad (5)$$

Từ đó ta có thể xác định được góc nghiêng không cố định θ_φ :

$$\theta_\varphi = \frac{M_{ng\varphi}}{\Delta \cdot h_\varphi} \quad (6)$$

Trong đó: $M_{ng\varphi}$ - mô men nghiêng lớn nhất; h_φ - chiều cao tâm nghiêng tương ứng.

2.2. Ổn định góc lớn

Đối với ổn định góc nghiêng lớn, tay đòn ổn định tĩnh có dạng:

$$l = y_\theta \cos \theta + (z_\theta - z_B) \sin \theta - (z_g - z_B) \sin \theta \quad (7)$$

Đối với trục nghiêng không cố định ta có tay đòn ổn định tĩnh [1]:

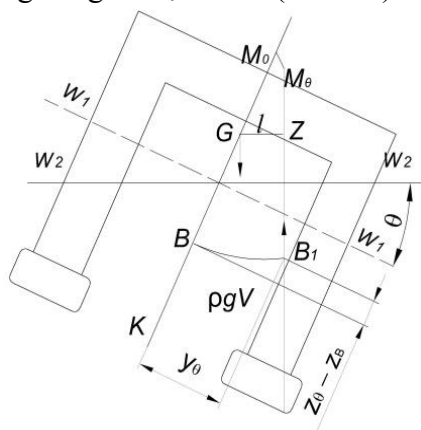
$$l_\varphi = y_{\theta\varphi} \cos \theta_\varphi + (z_{\theta\varphi} - z_B) \sin \theta_\varphi - (z_g - z_B) \sin \theta_\varphi \quad (8)$$

Trong đó:

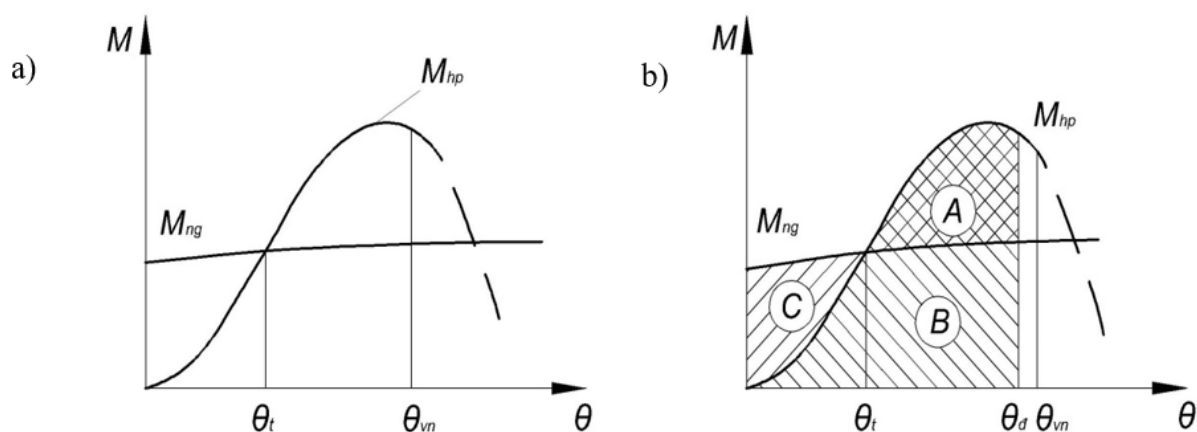
$$y_{\theta\varphi} = \int_0^{\theta\varphi} r_{\theta\varphi} \cos \theta d\theta \quad z_{\theta\varphi} - z_c = \int_0^{\theta\varphi} r_{\theta\varphi} \sin \theta d\theta \quad (9)$$

$r_{\theta\varphi}$ - bán kính tâm nghiêng trong trường hợp giàn khoan nghiêng tại vị trí trục không cố định. Từ đó ta có thể xây dựng được đường cong tay đòn ổn định tĩnh. Như trong tĩnh học tàu thủy thông thường với đường cong ổn định tĩnh ta có thể xác định được góc nghiêng tĩnh θ_t (hình 10.a) và góc nghiêng động θ_d khi cân bằng diện tích $A + B = B + C$, hoặc diện tích A

= C (hình 10.b). Giới hạn mô men nghiêng tĩnh bằng giá trị lớn nhất của mô men hồi phục $M_{ng,t} = M_{max}$, còn giới hạn mô men nghiêng động $M_{ng,d}$ được xác định với điều kiện đầy đủ của diện tích sử dụng trên đường cong ổn định tĩnh (hình 11).

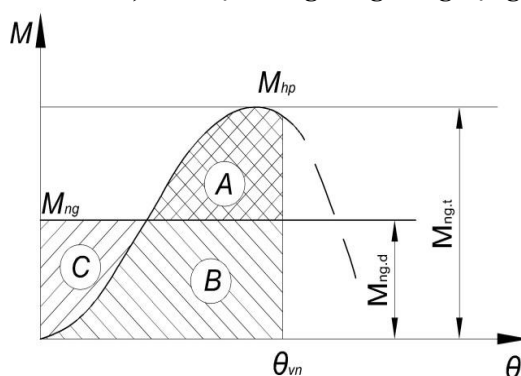


Hình 9. Tác dụng của trọng lực và lực nổi trường hợp nghiêng góc lớn



Hình 10. a) Xác định góc nghiêng tĩnh [1]

b) Xác định và góc nghiêng động [1]



Hình 11. Xác định mô men giới hạn [1]

Trong trường hợp ổn định tiêu chuẩn của giàn khoan bán chìm, mô men nghiêng chính là mô men do gió giật. Để tính toán chòng chành, ảnh hưởng của sức căng từ hệ thống neo trong trường hợp bị đứt khôi boong hứng gió và các yếu tố khác, thường thỏa mãn điều kiện:

$$A + B \geq 1,3(B + C) \quad (10)$$

Do đó công của mô men nghiêng phải nhỏ hơn công của mô men hồi phục 1, 3 lần.

3. Ứng dụng tính toán giàn Đại Hùng 01

3.1. Khái quát về kiến trúc-kết cấu giàn Đại Hùng 01

Giàn Đại Hùng 01 hiện nay còn được gọi là một đơn vị sản xuất nổi bán chìm và ban

đầu là một dạng giàn khoan di động thuộc lớp “Aker-N3” được thiết kế và đóng mới bởi Aker Engineering năm 1974. Năm 1984, giàn đã được hoán cải bởi Công ty dầu khí Hamilton thành một đơn vị sản xuất như ngày nay để sử dụng tại khu mỏ Argyll/ Duncan/ Innes Biển Bắc Vương quốc Anh. Năm 1994, giàn Đại Hùng 01 thực hiện một đợt tái trang bị khá lớn để khai thác tại mỏ Đại Hùng.



Hình 12. Giàn bán chìm Đại Hùng 01 tại mỏ khai thác Đại Hùng

Bảng 2. Kích thước chính giàn Đại Hùng 01

Kích thước	Đơn vị (m)	Kích thước	Đơn vị (m)
Chiều dài toàn bộ (chiều dài ponton)	108,200	Mớn nước tối đa	21,336
Chiều rộng modul	67,360	Chiều cao ponton	6,710
Chiều dài giữa tâm cột 1 trước và sau	68,550	Bề rộng ponton	10,980
Chiều rộng giữa đường tâm cột trái và phải	56,380	Bán kính ponton	0,500
Độ cao boong thượng tầng	39,620	Đường kính cột ổn định lớn	7,920
Độ cao boong chính	36,580	Đường kính cột ổn định nhỏ	5,790

3.2. Tính toán

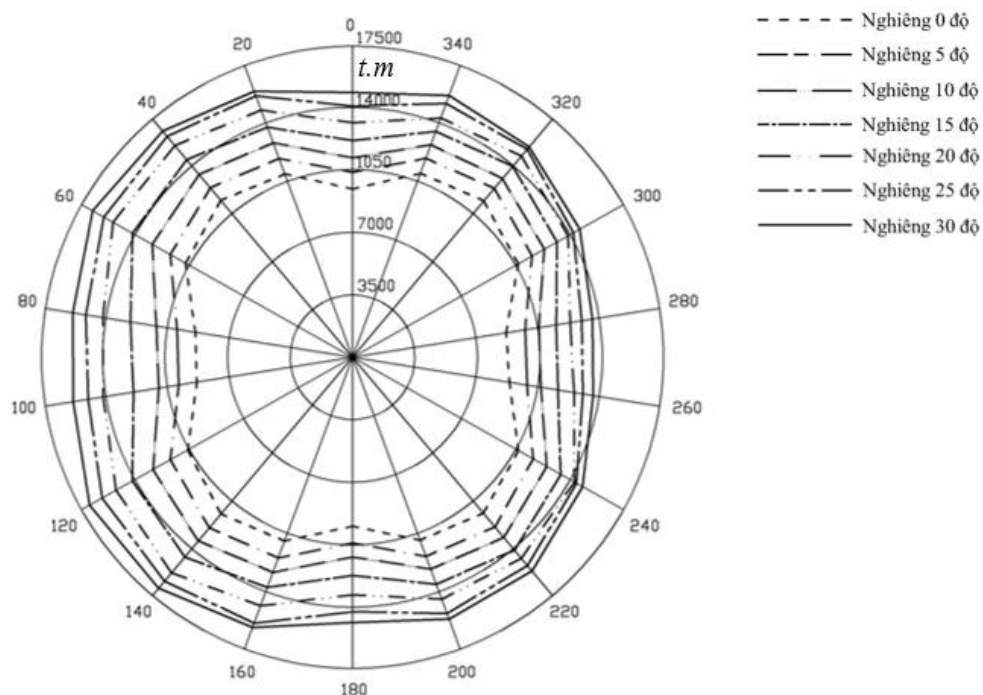
Ứng dụng tính toán cho giàn Đại Hùng 01 bằng phần mềm Autoship. Ổn định giàn bán chìm Đại Hùng 01 được tính toán cho các trạng thái: di chuyển, vận hành khai thác và trạng thái bão nghiêm trọng. Các trạng thái bao gồm:

- Di chuyển tại chiều chìm $T = 55 \text{ ft}$ (16,8 m)
- Vận hành, khai thác tại chiều chìm $T = 70 \text{ ft}$ (21,3 m) và $T = 65 \text{ ft}$ (19,8 m)
- Bão nguy hiểm tại chiều chìm $T = 68 \text{ ft}$ (20,7 m)

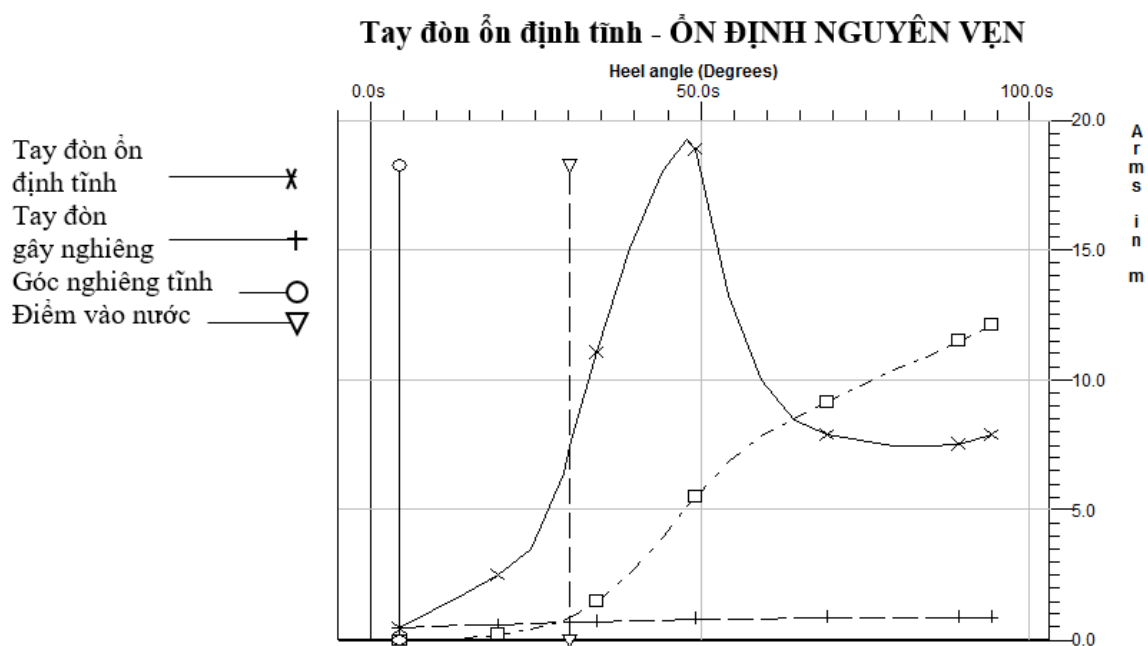
Điều kiện gió:

- Vận tốc gió 70 knot (36 m/s) tại trạng thái di chuyển, vận hành khai thác
- 100 knot tại trạng thái bão (51,5 m/s)

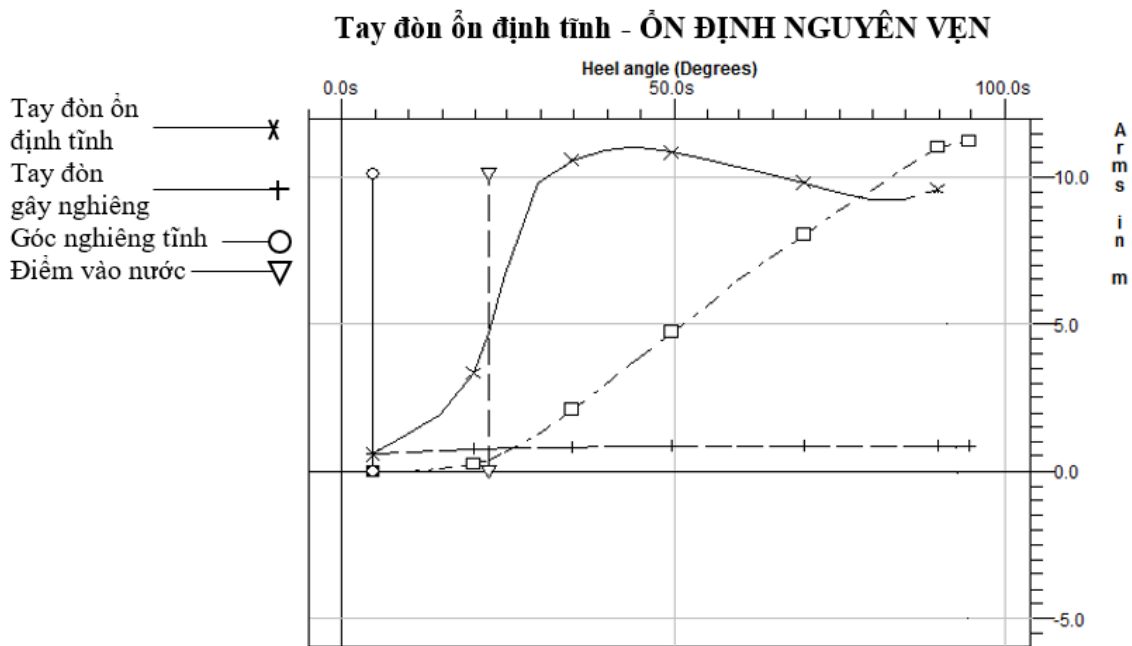
Điều kiện hoạt động và nguy hiểm do bão lớn của Đại Hùng 01 tại chiều chìm 65ft (19,8 m) tới 70ft (21,3 m). Chiều chìm cố định được đề nghị là 70ft. Tuy nhiên, nếu sóng có khả năng ảnh hưởng tới boong dưới trong điều kiện bão nguy hiểm, giàn Đại Hùng 01 có thể được xả dẫn đến chiều chìm 65ft. Dưới đây sẽ trình bày kết quả tính toán tại trạng thái bão lớn nghiêm trọng tại chiều chìm $T = 68 \text{ ft}$ (20,7 m) tại một số hướng gió 0 và 40 độ) với sự hỗ trợ của phần mềm Autoship theo tiêu chuẩn của NMD.



Hình 13. Biểu đồ mô men nghiêng do gió ứng với chiều chìm 20,7 m và tốc độ gió 100 knot



Hình 14. Đồ thị tay đòn ổn định tĩnh phụ thuộc góc nghiêng ở chiều chìm 20,7 m với vận tốc gió 100 knot ở hướng 0°



Hình 15. Đồ thị tay đòn ổn định tĩnh phụ thuộc góc nghiêng ở chiều chìm 20,7 m với vận tốc gió 100 knot ở hướng 40°

4. Kết luận

Bài báo đã đưa ra một trong các phương pháp tính toán ổn định cho giàn bán chìm và minh họa giàn Đại Hùng 01 đảm bảo ổn định theo tiêu chuẩn của NMD trong trạng thái bão nghiêm trọng tại chiều chìm $T = 20,7$ m với gió tới từ các hướng khác nhau ở mạn trái. Qua đó xác định được một trong các trục tới hạn của giàn Đại Hùng 01 là tại hướng gió 40 độ. Việc xác định các trục tới hạn của giàn Đại Hùng 01 là rất quan trọng, do được sử dụng là đơn vị sản xuất nổi FPU, giàn thường được neo tại vị trí khai thác trong thời gian tương đối dài (từ 10 đến 20 năm); trong khi đó gió và bão tại khu mỏ định hướng theo mùa vì vậy vị trí đặt giàn phải tránh gió bão mạnh theo mùa tác động vào hướng trục tới hạn.

Tài liệu tham khảo

- [1]. PGS.TS. Lê Hồng Bang, *Bài giảng Công trình biển di động*.
- [2]. HSE (UK Health and Safety Executive), Review of issues associated with the stability of semi-submersibles.
- [3]. Joost Van Santen, *Stability calculations for Jack-Ups and Semi-Submersibles*, Conference on Computer aided Design, Manufacture and Operation in the Marine and Offshore Industries.
- [4]. Arjan Voogt, Jilian Soles, *Stability of Deepwater Drilling Semi-Submersibles*, International Symposium on Practical Design of Ships and Other Floating Structures.

Establish random wave surface by a suitable spectrum in the Vietnam's sea

Nguyen Thi Thu Le,
Le Hong Bang, Do Quang Khai
Vietnam Maritime University,
nthle1971@gmail.com

Abstract

In fact, the sea wave is considered as a stochastic process. The random characteristics of the sea wave are described by a suitable spectrum. Offshore structures analyzing on random concept may be determined by creating a random wave surface from a defined wave spectrum for the sea area of consideration. This paper presents the method to establish random wave surface in Vietnam's sea areas based on any suitable wave spectrum. Hereby, hydro -dynamical characteristics of waves can be determined for further calculation of wave loads on offshore structures.

Keywords: Gravity wave, spectrum, wave period, wave amplitudes, wave frequency, wave phases, wave scatter diagram, random wave surface.

1. Introduction

The previous researches indicate that wave load can cause very large dynamic forces on the offshore structures. So far, Morison equation has been using to analyze wave load acting on offshore structures [1]. To solve Morison equation, dynamic characteristics of wave must be determined [2]. The wave are known as a random process because of the difference of wave amplitudes, wave propagating directions, height of sea surfaces, the roughness of sea bottoms, topographical characteristics, etc. Random characteristics of wave are described by a suitable spectrum. This problem was mentioned in foreign scientific researches [3]. In Vietnam, researches widely concentrate in applying spectral theory for calculation of offshore structure hydrodynamics. However, in order to solve general problems, this paper propose a method for further calculation of wave loads on offshore structure in real waves, which is simulated based on Pierson - Moskowitz spectrum for Vietnam's sea.

2. Wave characteristics in the Vietnam's sea

The monsoon, tropical depressions and storms are main reasons affecting waves in Vietnam's sea. We can summarize as follows [4].

2.1. The wave in the winter

The wave in the winter often appears from November of the previous year to March of the following year. The main direction of waves is North - East, the following directions are the Northward and the Eastward. In the North of Vietnam's sea, frequency of wave towards North - East is about 70 - 85% and in the South of Vietnam's sea, it is about 60 - 75%. In general, the directions of wind and wave towards the North - East are stable and strong.

2.2. The wave in the summer

The wave in the summer often appears from June to August every year. The wave direction follows West - South monsoon. The strength of wave towards West - South is weaker than that toward North - East. In the South of Vietnam's sea the frequency of wave towards West - South is about 60 - 70% and in the North about 50 - 60%.

In general, the strength of wave and wind in summer is weaker than that in the winter, except in case of storms.

In winter, the average height of wave is 2 - 3 m, period is 7 s - 10 s. In the summer, the average wave height is about 1,2 m or more, period is 5 s - 9,3 s.

3. Establish random wave surface in Vietnam's sea

3.1. Wave spectrum

The energy of non-sinusoidal waves is defined by the expression [1]:

$$E = \rho g \int_0^\infty \int_{-\pi/2}^{\pi/2} S_{\eta\eta}(\omega, \alpha) d\omega d\alpha \quad (1)$$

Where $S_{\eta\eta}$: Wave spectrum

$$S_{\eta\eta} \text{ can be expressed as: } S_{\eta\eta}(\omega, \alpha) = S_{\eta\eta}(\omega)M(\alpha) \quad (2)$$

α : Main wave direction;

g : Acceleration of gravity;

ρ : Water density;

$S_{\eta\eta}(\omega, \alpha)$: Directional wave spectrum;

$M(\alpha)$: Spreading function;

$$\text{Follow Lloyd Germany: } M(\alpha) = \frac{2}{\pi} \cos^2 \alpha \quad (3)$$

3.2. A suitable wave spectrum is applied for Vietnam's sea

Different forms of the spectrum at its various generation stages have obtained. Two such empirical spectra are the Pierson - Moskowitz and JONSWAP spectra. In addition, there are Gaussian and User defined wave spectra. Wave spectra are introduced in scientific researches, such as:

- The Pierson - Moskowitz spectrum $S_{PM}(\omega)$ is given by [5, 7]:

$$S_{PM}(\omega) = \frac{5}{16} H_s^2 \omega_p^4 \cdot \omega^{-5} \exp \left\{ -\frac{5}{4} \left(\frac{\omega}{\omega_p} \right)^{-4} \right\} \quad (4)$$

Where ω : Wave frequency;

ω_p : Angular spectral peak frequency, $\omega_p = 2\pi/T_p$;

H_s : Significant wave height;

T_p : Peak wave period.

The Pierson - Moskowitz spectrum is a special case for a fully developed long crested sea. The former represents fully developed sea states. The Pierson - Moskowitz spectrum is formulated in terms of two parameters of the significant wave height and the average wave period.

- The JONSWAP spectrum formula $S_{JS}(\omega)$ is given by [5, 7]:

$$S_{JS}(\omega) = \frac{\alpha g^2 \gamma^a}{\omega^5} \exp \left(\frac{5\omega_p^4}{4\omega^4} \right) \quad (5)$$

Where ω : Wave frequency;

ω_p : Spectral peak frequency;

γ : Peak enhancement factor;

α : Relates to the wind speed and the peak frequency of wave spectrum;

g : Acceleration of gravity.

The JONSWAP spectrum can take into account the imbalance of energy flow in the wave system (for instance, when seas are not fully developed). Spectral energy imbalance is nearly always the case when there is a high wind speed.

In analysing offshore structures, assuming that waves propagate on the main direction, in Vietnam's sea, North - East is main wave propagating direction. Vietnam's sea area is a part of the Pacific Ocean located at the easts of Vietnam. It is limited by mainland, islands, and marine archipelago, but it connects with Indian Ocean and Pacific Ocean. Thus, Vietnam's sea represents opened sea, and the waves represent fully - developed waves, wave

characteristics are rather varied. So a Pierson - Moskowitz spectrum can be used to describe the spectral characteristics in Vietnam's sea.

3.3. Analyze wave parameters

Facts indicate that wave is caused mainly by wind. The wind blows on the water surface. Friction between the air and water particle, gravitation of water have been causing waves. These waves are called gravity waves.

We consider drift of water elements at (x, z) coordinates, the horizontal and vertical components water particle velocity (u and w) as well as those of acceleration (a_x and a_y) are defined [4, 5]:

$$u = \frac{a}{\omega} \frac{gk}{\cosh kd} \cosh k(z+d) \cdot \cos(kx - \omega t) \quad (6)$$

$$w = \frac{a}{\omega} \frac{gk}{\cosh kd} \sinh k(z+d) \cdot \sin(kx - \omega t) \quad (7)$$

$$a_x = a \cdot \frac{gk}{\cosh(kd)} \cdot \cosh k(z+d) \cdot \sin(kx - \omega t) \quad (8)$$

$$a_z = -a \cdot \frac{gk}{\cosh(kd)} \cdot \sinh k(z+d) \cdot \cos(kx - \omega t) \quad (9)$$

Where a : Wave amplitude;

ω : Wave frequency;

k : Wave number;

d : Depth of the water;

x : Horizontal coordinates;

z : Vertical coordinates.

3.4. The random wave surface by using calculation program

Wind generating ocean wave is random in nature. Normally it is described mathematically as the summation of a large number of sinusoids.

Consider a random wave surface $\eta_{(x,t)}$, wave spectrum $S(\omega)$ of $\eta_{(x,t)}$ can be expressed as equation (4).

The random water surface can be expressed in complex value form as [5, 6]:

$$\eta(x, t) = \sum_{i=1}^N (a_i \cdot \cos(k_i \cdot x - \omega_i \cdot t + \alpha_i)) \quad (10)$$

$\eta_{(x,t)}$: Free surface waves;

N : Number of waves;

a_i : Wave amplitude;

ω_i : Radian wave frequency;

k_i : wave number;

α_i : Phase angle of wave components.

Values of wave spectrum are given in distance from ω_s to ω_f with n period $\Delta\omega$. $\omega_n = n \cdot \Delta\omega$.

Base on wave data from wave scatter diagrams, if significant wave height H_s and average wave period T_o are known.

By default, starting frequency and finishing frequency are defined [6]:

$$\text{Starting frequency (in rad/s): } \omega_s = 0,58 \cdot \frac{2\pi}{T_o}$$

$$\text{Finishing frequency (in rad/s): } \omega_f = 5,1101 \cdot \frac{2\pi}{T_o}$$

From equation (4), $S_{PM}(\omega)$ will has been defined

When $\Delta\omega$ is tiny, approximates ω_i follow [6]:

$$0,5a_i^2 = S(\omega_i)\Delta\omega \quad (11)$$

$$\text{Thus: } a_i = \sqrt{2 \cdot S(\omega_i) \cdot \Delta\omega} \quad (12)$$

With ω_i of wave component, the vibration period is defined as [6] $T = \frac{2\pi}{\omega}$;

The wave length is defined as [6] $L = \frac{g \cdot T^2}{2\pi} \tanh(kd)$;

The wave number is defined as [6] $k = \frac{2\pi}{L}$;

The random phase angle α_i of a wave component is distributed in range of $[0; 2\pi]$, is determined by function in MATHCAD.

Therefore random wave surfaces are established.

Example:

Base on wave scatter diagrams in the South of Vietnam's sea (area 40 according to Global Wave Statistics [4]).

Significant wave height (for 50 years record) $H_s = 8,5\text{m}$;

Average period $T_o = 7,5\text{ s}$ [1]

These figures show the results by using calculation program, which we established.

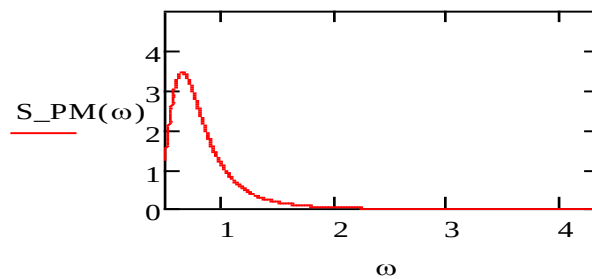


Figure 1. Pierson-Moskowitz spectrum

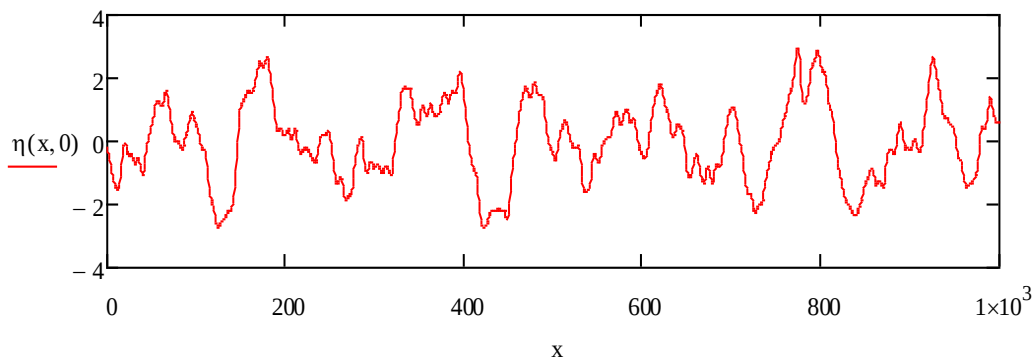


Figure 2. Extension of random wave surface record

3.5. Establish dynamical parameters of random wave by using calculation program

Horizontal water particles velocity:

$$u(x, z, t) = \sum_{i=1}^N \left[\frac{a_i}{\omega_i} \cdot \frac{g \cdot k_i}{\cosh(k_i \cdot d)} \cdot \cosh k_i \cdot (z + d) \cdot \cos(k_i \cdot x - \omega_i \cdot t + \alpha_i) \right] \quad (13)$$

Vertical water particle velocity:

$$w(x, z, t) = \sum_{i=1}^N \left[\frac{a_i}{\omega_i} \cdot \frac{g \cdot k_i}{\cosh(k_i \cdot d)} \cdot \sinh k_i \cdot (z + d) \cdot \sin(k_i \cdot x - \omega_i \cdot t + \alpha_i) \right] \quad (14)$$

Horizontal water particle acceleration:

$$x(x, z, t) = \sum_{i=1}^N \left[a_i \cdot \frac{g \cdot k_i}{\cosh(k_i \cdot d)} \cdot \cosh k_i \cdot (z + d) \cdot \sin(k_i \cdot x - \omega_i \cdot t + \alpha_i) \right] \quad (15)$$

Vertical water particle acceleration:

$$az(x, z, t) = - \sum_{i=1}^N \left[a_i \cdot \frac{g \cdot k_i}{\cosh(k_i \cdot d)} \cdot \sinh k_i \cdot (z + d) \cdot \cos(k_i \cdot x - \omega_i \cdot t + \alpha_i) \right] \quad (16)$$

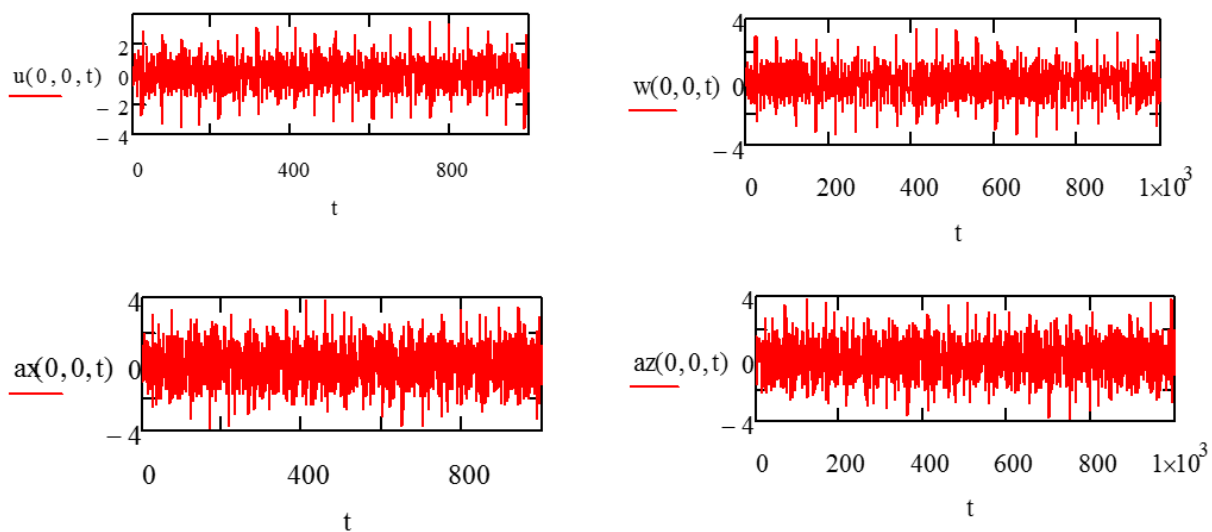


Figure 3. Water particle velocity and acceleration components

4. Conclusion

Base on wave data from wave scatter diagrams in Vietnam's sea, this paper shows that Pierson - Moskowitz spectrum is a suitable spectrum to describe random wave surfaces in Vietnam's sea. Using MATHCAD calculation program, the random wave surface records had establishing by Pierson - Moskowitz spectrum. The random wave surface based on the record of South Vietnam's sea had presenting, too. Therefore the dynamic characteristics of random wave: water particle velocity and acceleration are determined. The result of this study will combine with Morison equation in establishing the program which in order to calculate the wave loads on offshore structures.

References

- [1]. Nguyễn Xuân Hùng, *Động lực học công trình biển*, NXB Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội, 1999.
- [2]. Joseph W. Tedesco, William G. McDougal, C. Allen Ross, *Structure dynamics*, Addison-Wesley, 1998.
- [3]. *Aqwa User's Manual Release 16.0*, 2003.
- [4]. Vũ Uyển Dĩnh, *Môi trường biển tác động lên công trình*, NXB Xây dựng, Hà Nội, 2002.
- [5]. J.M.J Journee and W.W.Massie, *Offshore hydromechanics*, Delft university of Technology, 2001.
- [6]. Deo M C, *Wave and structures*, Indian institute of technology Bombay Powai Mumbai, 2013.
- [7]. Frigaard, Peter Bak, Hogedal, Michael, Christensen, Morten, *Wave Generation Theory*, Aalborg University Denmark, 1993.

NHÀ XUẤT BẢN HÀNG HẢI

Địa chỉ: 484 Lạch Tray, Ngô Quyền, Hải Phòng.

Điện thoại: +84.31.3728641; Fax: +84.31.3625175.

Email: Nxbhh@vimaru.edu.vn; Website: WWW.Vimaru.edu.vn/nxbhh

KỶ YẾU HỘI NGHỊ QUỐC TẾ KHOA HỌC – CÔNG NGHỆ HÀNG HẢI 2016

Chịu trách nhiệm xuất bản:

Giám đốc, Tổng biên tập: ThS. Lê Kim Hoàn

Ban Biên tập:

KS. Nguyễn Trung Kiên

KS. Nguyễn Thị Minh Nguyệt

KS. Nguyễn Văn Phong

CN. Nguyễn Thị Thu Hà

Kỹ thuật vi tính:

KS. Nguyễn Trung Kiên

Trình bày bìa:

KS. Đỗ Trung Kiên

KS. Nguyễn Thị Minh Nguyệt

HỘI NGHỊ QUỐC TẾ KHOA HỌC CÔNG NGHỆ HÀNG HẢI 2016
THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON MARINE SCIENCE AND TECHNOLOGY 2016
26-29, tháng 10 năm 2016, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam



ISBN: 978-604-937-127-1