5. Kết luận

Trong bài báo này đã giới thiệu phương pháp bắn đơn trong tính toán dao động tuần hoàn của các hệ dao động phi tuyến mạnh. Áp dụng phương pháp đưa, tìm nghiệm tuần hoàn và khảo sát rẽ nhánh của nghiệm tuần hoàn trong hệ dao động với độ cứng và độ cản tuyến tính từng khúc. Từ các kết quả có được ta thấy, trong hệ khảo xuất hiện các rẽ nhánh nhân đôi chu kỳ và nếu chu kỳ của nghiệm tiếp tục được nhân lên thì đến một lúc nào đó dao động của hệ trở nên hỗn độn. Đặc biệt ta thấy xuất hiện các nghiệm 3-chu kỳ và nghiệm 6-chu kỳ song song cùng tồn tại với các nghiệm 2-chu kỳ, 4-chu kỳ và 8-chu kỳ. Nghĩa là, tại một giá trị của các tham số, có tồn tại nhiều trạng thái dao động của hệ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Nayfeh A. H., Balachandran B., *Applied Nonlinear Dynamics*, John Wiley & Sons, New York, (1995).

[2] Xu L., Lu M. W., Cao Q., "Nonlinear vibrations of dynamical systems with a general form of piecewise - linear viscous damping by incremental harmonic balance method", Physics Letters A , 301 (2002), pp 65 - 73.

[3] Wong C. W., Zhang W. S., Lau S. L., "Periodic forced vibration of unsymmetrical piecewise-linear systems by incremental harmonic balance method", Journal of Sound and Vibration, 149(1) (1991), pp 91 - 105.

[4] Raghothama A., Narayaman S., "Bifurcation and chaos of an articulated loading platform with piecewise non - linear stiffness using the incremental harmonic balance method", Ocean Engineering, 27 (2000), pp 1087 - 1107.

[5] Cao Q., et. al., "Analysis of period - doubling and chaos of a non - symmetric oscillator with piecewise – linearity", Chaos, Solutions and Fractals, 12 (2001), pp 1917 - 1927.

[6] Xu L., Lu M. W., Cao Q., "Bifurcation and chaos of harmonically excited oscillator with both stiffness and viscous damping piecewise linearities by incremental harmonic balance method", Journal of Sound and Vibration , 264 (2003), pp 873 - 882.

[7] Nguyen Van Dao, *Stability of Dynamic Systems*, Vietnam National University Publishing House, Hanoi, (1998).

Người phản biện: TS. Nguyễn Mạnh Thường

PHÂN TÍCH, THIẾT KẾ PHẦN MỀM TỰ ĐỘNG TÍNH DAO ĐỘNG XOẮN HỆ TRỤC DIESEL TÀU THỦY

ANALYZING, DESIGNING THE SOFTWERE FOR AUTOMATION CALCULATING THE TORSIONAL VIBRATIONS ON THE SHAFT LINE WITH THE MARINE DIESEL ENGINE

PGS.TSKH. ĐỖ ĐỨC LƯU,

Viện NCPT, Trường ĐHHH Việt Nam

ThS. CAO ĐỨC HẠNH,

Khoa CNTT , Trường ĐHHH Việt Nam

Tóm tắt

Bài báo phân tích và thiết kế khungphần mềm tự động tính dao động xoắn (Torsional Vibrations, TV) hệ trục diesel tàu thủy.Phần mềm đảm bảo các yêu cầu của cơ quan Đăng kiểm Việt Nam cũng như quốc tế về TV hệ trục desel tàu biển.Đầu vào là các thông số hình học, sơ đồ động học cũng như các thông số kỹ thuật cơ bản của các thành phần chính hệ trục diesel tàu biển. Đầu ra (kết quả tính) được tổ chức dưới dạng bảng tính, đồ thị đặc trưng cho dao động xoắn tự do (Freedom TV) và dao động xoắn cưỡng bức (Exciting TV), vùng vòngquay nguy hiểm (nếu hệ trục có vùng khai thác nguy hiểm). Kết quả được xuất ra dưới dạng file pdf, in ra máy in hoặc các file .doc và .xls.

Abstract

The paper analyzes and designs the scheme to build the software for the automation calculating the torsional vibrations (TV) on the shaftline with the marine diesel engine. This method satisfies all the requirements of Vietnam'sand InternationalRegister Organizations for the calculation and measurement of the TV. The inputs for the TV calculation are the geometric, kinetic scheme (model) and the basic parameters of the

This document was created using SOLIDPDFTools To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

main components of shaftline with the marine diesel engine. The output of the calculation software system is formedin the spreadsheets, specific graphs of the Freedom TV and Exciting TV. The software also displays the area of dangerous revolution(in the case the system has the dangerousworking area). We can print output data directly or save as .pdf, .xlsx or .docx files.

Keywords: Torsional Vibrations; Software for calculating the Torsional vibrations.(sau: phải cách)

1. Đặt vấn đề

Dao động xoắn hệ trục Diesel tàu thủy được các nhà khoa học lớn trên thế giới nghiên cứu như GS.Terkix V.P, Istomin P. A, Minchev N. D,...[1,2], còn ở Việt Nam có thể kể đến: PGS.Ng.V.Phát, PGS.TSKH.Đ.Đ.Lưu, TS.Q.Tr.Hùng, TS.Ng.M.Thường (ĐHHHVN), PGS. Đ.Tr.Thắng (HVKTQS)... Các trường phái nghiên cứu tính dao động xoắn được kể đến từ các nước Đông Âu cũ (Liên Xô, Bulgari, BaLan...) và từ một số nước có nền khoa học công nghệ Hàng hải phát triển hiện nay như Nhật, Trung Quốc, Hàn Quốc.Tuy nhiên trong thực tế các nhà khoa học đều tập trung giải quyết các vấn đề tính FV mà các cơ quan chuyên môn (Đăng kiểm) yêu cầu, đó là tính FTV và ETV.Các kết quả của các quá trình tính được báo cáo dưới dạng bảng và đồ thị tương ứng [3].

Trong nghiên cứu tính TV hệ trục diesel tàu thủy, các nhà khoa học đã sử dụng nhiều phương pháp khác nhau như phương pháp mô hình hóa giải tích, mô phỏng số. Từ những năm 70- 80 thế kỷ XX, việc tính TV vô cùng khó khăn vì chưa có các công cụ mạnh của toán học và máy tính hiện đại. Tính TV hầu như thủ công hoặc bán tự động nhờ lập trình trên ngôn ngữ Fortran hoặc Basic, trên hệ máy tính cổ điển, cồng kềnh, tốc độ thấp. Phương pháp giải: cũ, lạc hậu. Ví dụ giải FTV[1] trên cơ sở tính nghiệm gần đúng Tole và quy đổi hệ n bậc tự do về các hệ có 3 bậc tự docho tính hai tần số thấp nhất, sau đó quy về hệ tương đương có 5 bậc tự do để tính hai tầnsố tự do tiếp theo.Tiếp sau đó,trong những năm 90 của thế kỷ XX, nhờ có máy tính hiện đại hơn, tốc độ cao hơn và đã xây dựng các thuật toán mạnh hơn về giải tìm nghiệm đa thức bậc cao, giải hệ phương trình tuyến tính bằng phương pháp ma trận, ... đã được triển khai trong các phần mềm mô phỏng, phần mềm chuyên dụng như TUTSIM, PS, MCAD, MATLAB, ... giúp cho việc tính toán, nghiên cứu TV được thuận tiện và dễ dàng hơn nhiều. Đặc biệt MATLAB đã trở thành công cụ mạnh và tiện ích trong nghiên cứu động lực học và dao động máy.Nhiều nhà khoa học đã sử dụng MATLAB để triển khai nghiên cứu các vấn đề phức tạp trong mô phỏng, tính toán TV của máy tàu thủy cũng như các cơ hệ khác nhau. (,... viết liền)

MATLAB, MCAD, ANSYS hay các phần mềm khác đều mang tính hỗ trợ để tính toán, mô phỏng TV trong thí nghiệm, nghiên cứu, *chúng thiếu mất các tính chuyên dụng của một phần mềm ứng dụng chuyên cho lĩnh vực đóng tàu và Đăng kiểm hệ trục máy tàu biển*.

Các hãng Đăng kiểm lớn trên thế giới đều sử dụng các phần mềm tính TV riêng của mình theocác yêu cầu riêng của Đăng kiểm quốc tế cũng như Đăng kiểm của nước sở tại. Ở Việt Nam, chưa xây dựng được phần mềm nào mà Đăng kiểm Việt Nam công nhận.Chính vì vậy, chúng tôi đặt ra nhiệm vụ xây dựng phần mềm mang tính công nghiệp, thương mại để tự động tính TV hệ trục tàu thủy tại Việt Nam.Bài báo sẽ giải quyết nhiệm vụ đầu tiên của mục tiêu nêu trên, đó là bài toán phân tích, thiết kế khung phần mềm tự động tính TV hệ trục tàu thủy.

2. Cơ sở toán học và công nghệ

2.1. Cơ sở toán học

Hệ động lực diesel tàu thủy lai máy công tác (máy phát điện, chân vịt) được mô hình hóa thành cơ hệ có ***n*** khối lượng rời rạc với mô men quán tính khối lượng (**MMQTKL**) $\mathbf{J}_i$ liên kết đàn hồi qua các hệ số cứng chống xoắn $\mathbf{C}_{i,i+1}$, hệ số cản xoắn.... dưới tác động của các momen kích thích xoắn $\mathbf{M}_i(t)$, *i = 1, ..., n* cơ hệ này được mô hình hóa bằng hệ các phương trình vi phân tuyến tính, viết dưới dạng ma trận sau [1,2].

$$\mathbf{J}\ddot{\varphi} + \mathbf{B}\dot{\varphi} + \mathbf{C}\varphi = \mathbf{M}(t) \qquad (1)$$

ở đó: $\mathbf{J} = \mathrm{diag}(J_1, J_2, ..., J_n)$ - Ma trận đường chéo **MMQTKL** hệ trục;

$\mathbf{B} = \mathrm{diag}(B_1, B_2, ..., B_n)$ - Ma trận đường chéo hệ số cản xoắn tuyến tính;

$\mathbf{C}$ - Ma trận hệ số cứng chống xoắn tuyến tính;

This document was created using SOLIDPDFTools To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

$\boldsymbol{\varphi} = [\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_n]^T$ – Véc tơ trạng thái dao động xoắn. (thay dấu . bằng ;)

$\boldsymbol{M} = [M_1, M_2, \ldots$ -Véc tơ mô men cưỡng bức dao động xoắn.

2.1.2. Tính nghiệm FTV

Hệ phương trình FTV viết dưới dạng ma trận, hệ (2) không cản (B=0) và có cản (B≠0)[1, 2]

$$\mathbf{J}\ddot{\varphi} + \mathbf{B}\dot{\varphi} + \mathbf{C}\varphi = \mathbf{0}. \qquad (2)$$

- Đầu vào: véc tơ J, B, C. (viết hoa chữ V)

- Đầu ra là bảng các tần số riêng của các FTV:ω_0=0;ω_1, ω_2, … ω_{n-1}, trong đó quan trọng nhất là ω_1, $\omega_2$và tương ứng là bảng các véc tơ dạng dao động cho ω_1, ω_2. Nghiệm của hệ (2) được triển khai lập trình trong LabView, trên phần mềm sẽ được chúng tôi xây dựng (phát triển từ MATLAB).

2.1.2. Tính nghiệm ETV

Hệ phương trình vi phân cho ETV được viết dưới dạng (1).

- Đầu vào. Để bổ sung việc tính các mô men cưỡng bức $\mathbf{M}_i(t)$, cần có thêm các thông số:chế độ vòng quay khai thác **n**(rpm); các thông số kỹ thuật cơ bản: số xy lanh z; hành trình piston s(m); đường kính piston D(m); chiều dài biên l(m); thứ tự cháy nổ của các xy lanh; góc phun sớm φ_{ipump}, φ_{inozle}; góc kết thúc phun nhiên liệu $\varphi_{f,pump}$, $\varphi_{f,nozle}$,…chuẩn cho một xy lanh (theo hồ sơ kỹ thuật).

- Đầu ra. Đưa ra đồ thị phân bố ứng suất xoắn trên đoạn trục 'yếu nhất' theo dải vòng quay trục khủy. Trên đó có đồ thị ứng suất cực đại cho phép (theo tiêu chuẩn của Đăng kiểm) và từ đó đưa ra vùng vòng quay cấm khai thác [3, 4, 5].

Để đạt được các yêu cầu trên của đầu ra, phần mềm sẽ xây dựng tính ETV cần thực hiện theo thuật toán thích hợp nhất. Trên cơ sở thuật toán mà PGS.TSKH. Đ.Đ.Lưu [2, trang 256] xây dựng theo phương pháp hệ trục chính, chúng tôi sẽ triển khai lập trình code trong LabView.

2.2. Cơ sở công nghệ

Phần mềm LabView là phần mềm đồ họa nhúng, có tính ứng dụng cao và phù hợp với bài toán tính TV.LabView có khả năng tích hợp các công cụ toán học mạnh của MATLAB, đồng thời bản thân có tính đồ họa cao rất tiện ích cho lập trình giao diện người – máy để nhập và xuất dữ liệu.Với kinh nghiệm của các tác giả từ lập trình xây dựng một số thiết bị ảo (virtual instruments) trong LabView, chúng tôi sẽ thành công trong xây dựng một sản phẩm mang tính công nghiệp và thương mại để giải quyết bài toán tự động tính FV.

3. Phân tích, thiết kế khung giao diện vào – ra cho phần mềm tính FV

3.1. Nhập, tính các thông số động học đầu vào

- *Đối với các thông số của cơ hệ* (phương trình (1) và (2).

- Khi đã có bảng tính đầu vào. Nhập trực tiếp n và các véc tơ:

J = [J_1, J_2, ..., J_n]; B = [B_1, B_2, ..., B_n];
C= [C_1, C_2, ..., C_n].

- Khi chưa có kết quả đầu vào.Ta tiến hành tính cho từng chi tiết trong mô hình n khối lượng.

+ Tính từ bảng tính Excel và lựa chọn kết quả cần thiết, viết dưới dạng file txt.

+ Nhập các file dữ liệu .txt vào phần mềm tính (Labview).

+ Sử dụng các công thức có sẵn theo tài liệu chuyên ngành [1, 2].

Bảng 1. Tần số dao động tự do của hệ trục

№	J_i [kG.m²]	$C_{i,i+1}$ [Nm/rad]	b_i [NmS/rad]	ω, [rad/s]
1	J_1	C_{12}	b_1	ω_1
2	J_2	C_{23}	b_2	ω_2
…	…	…	…	…
n-1	J_{n-1}	$C_{n-2,n-1}$	0	ω_{n-1}
n	J_n	$C_{n-1,n}$	n_n	-

Bảng 2: Dạng dao động ứng với 2 tần số thấp nhất.

ω_1 =...rad/s		ω_2 = ... rad/s	
α_{11}	1	α_{21}	1
α_{12}		α_{22}	
.....		.....	
$\alpha_{1,n-1}$		$\alpha_{2,n-1}$	
$\alpha_{2,n}$		α_{2n}	

This document was created using SOLIDPDFTools To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

• *Chế độ làm việc động cơ*

(a) Khi tính dao động xoắn tự do, MMQTKL các xy lanh được viết dưới dạng: $\mathbf{J_i = J_{i0} - sc(i).J_{pb}}$ ở đó sc(i) = 0 khi động cơ không bị sự cố treo nhóm piston biên; sc(i) = 1 khi động cơ bị sự cố phải treo nhóm piston biên; J_{pb}: MMQTKL của nhóm piston biên.

Khi bị sự cố treo nhóm piston biên, hệ số cản ở khối lượng này giảm đi. Giả thiết hệ số cản tại xi lanh sự cố bằng 30% giá trị khi không có sự cố: $b_i^* =$

(b) Khi tính dao động xoắn cưỡng bức, cần xác định mô men cưỡng bức.

+ Lựa chọn chế độ vòng quay khai thác sự cố với yêu cầu đảm bảo động cơ không bị quá tải, thông thường: $n < 0.9\ n_n$

+ Xây dựng cơ sở dữ liệu chuẩntheo thuật toán đã xây dựng trong [2].

3.2. Xuất dữ liệu, báo cáo kết quả

- *Báo cáo kết quả dao động tự do (FTV).* Báo cáo kết quả FTV đưa ra tại bảng 1 và bảng 2.

- *Báo cáo dao động cưỡng bức (ví dụ cho 10 điều hòa, M = 10).* Báo cáo mô men cưỡng của các xi lanh và chân vịt, đưa ra tại bảng 3a và 3.b).

Báo cáo giá trị ứng suất xoắn cho phép lớn nhất (theo tiêu chuẩn của Quy phạm) cho đoạn trục "yếu nhất", được chỉ ra trên bảng 4. Bảng 5-ứng suất tính được trên đoạn trục này tương ứng với các chế độ vận tốc như trong bảng 4.

- Đồ thị biểu diễn kết quả tính trên cơ sở bảng tính số 4 và 5.

Dựa vào đồ thị đưa ra vùng cấm khai thác cũng như lời khuyên tư vấn trong khai thác vận tốc.

Bảng 3.a: Momen cưỡng bức của các xy lanh động cơ và chân vịt
Khi không có sự cố, M_{ik} bằng nhau chỉ lệch pha theo thứ tự cháy

M_{ik} [Nm] cho z xi lanh khi làm việc tốt				Chân vịt, m-số cánh
M_{i0}=		Θ [rad]		$M_{n0} - \sum_{i=1}^{z} M_{i0}$ [Nm]
M_{i1} =		Θ_1 =		M_{n1m}
M_{i2} =		Θ_2 =		M_{n2m}
.a		.....		M_{n3m}
M_{i10} =		Θ_{10} =		M_{n4m}

Bảng 3.b: Momen cưỡng bức của các xy lanh động cơ và chân vịt, khi có sự cố ở xi lanh 's'.

M_{ik} [Nm] cho (z-1) xi lanh làm việc tốt				M_{sk} [Nm] cho xi lanh s sự cố				Chân vịt, m-số cánh	
M_{i0}=		Θ [rad]		M_{s0}=		Θ [rad]		$M_{n0} = \sum_{i=1}^{z} M_{i0}$ [Nm]	
M_{i1} =		Θ_1 =		M_{s1} =				M_{n1m}	
M_{i2} =		Θ_2 =		M_{s2} =				M_{n2m}	
....		.....		.....				M_{n3m}	
M_{i10} =		Θ_{10} =		M_{s10} =				M_{n4m}	

Bảng 4. Giá trị cho phép của ứng suất xoắn trên đoạn trục yếu nhất
$n_1 = n_{min}$; $n_N = n_{max}$

n (rpm)	n_1	n_2	n_3	.....	n_n
ω, rad	ω_1	ω_2	ω_3	.....	ω_n
[τ], MPa					

Bảng 5. Ứng suất xoắn tính trên đoạn trục yếu nhất.
Tính cho tất cả các trường hợp sự cố xảy ra ở một trong các xy lanh.

n(rpm)	n_1	n_2	n_3	.....	n_n
SC(0) = 0					
SC(1) = 1 SC(i)=0; $\forall i \neq 1$					
.....					
SC(z) = 1 SC(i)=0; $\forall i \neq z$					

This document was created using SOLIDPDFTools To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

4. Kết luận

Bài báo đã xây dựng khung giao diện nhập và xuất dữ liệu để tự động hóa tính TV của hệ trục diesel tàu thủy theo yêu cầu của các cơ quan Đăng kiểm trong nước và quốc tế. Trên cơ sở kết quả của bài báo, các tác giả sẽ triển khai xây dựng phần mềm trên LabView.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] *Минчев Н.Д.* Динамика судовых машин. София, «В. Издательство», 1983 – 488 с.

[2] Đỗ Đức Lưu. *Chẩn đoán diesel tàu biển bằng dao động xoắn đường trục*. Luận án Tiến sĩ Khoa học. Học viện Hàng hải mang tên Đô đốc hải quân Macarov, TP.Xanh-Petecbua, Liên Bang Nga, 2006.

[3] Torsional Vibration Calculation. BachDang Shipyard T209/ HT30 03 Jun. 2005.

[4] Правила классификации и постройки морских судов, том II, 1974. Регистр СССР.

[5] Морской регистр судоходства. Правила классификации и постройки морских судов.Т2, 1995.

Người phản biện: TS. Nguyễn Trọng Đức, TS. Nguyễn Mạnh Thường

HỆ THỐNG TỰ ĐỘNG ĐIỀU CHỈNH SỨC CĂNG TỜI QUẤN DÂY TÀU THỦY GHÉP NỐI ĐIỀU KHIỂN VÀ GIÁM SÁT TRÊN MÁY TÍNH

A TENSION AUTOMATIC CONTROL SYSTEM FOR SHIP MOORING WINCHWITH CONTROL AND MONITORING ON COMPUTER

TS. HOÀNG ĐỨC TUẤN
ThS. TÔ VĂN HƯNG
Khoa Điện - Điện tử, Trường ĐHHH Việt Nam

Tóm tắt

Khi tàu cập bến, bốc dỡ hàng hóa tại các cảng biển với mực nước thủy chiều lên xuống thất thường, thì sức căng trên cáp của tời quấn dây thay đổi rất lớn. Do vậy, để nâng cao độ tin cậy, an toàn cho con tàu khi cập cảng, bốc dỡ hàng hóa thì hệ thống tời quấn dây phải được tự động hóa và điều khiển giám sát thông số sức căng dây cáp một cách liên tục. Bài báo đề cập đến vấn đề thiết kế, xây dựng hệ thống tự động điều chỉnh sức căng tời quấn dây tàu thủy sử dụng thiết bị PLC, biến tần ghép nối với máy tính, màn hình cảm ứng HMI để điều khiển và giám sát theo tín hiệu sức căng trên dây cáp.

Abstract

When the ship's arrival, loading and unloading cargoes at the ports in fluctuated seawater's levels leads to great changes of rope's tension of the mooring winch. So, to increase the ship's reliability and safety as arriving as well as loading, and unloading cargoes, the mooring winch system should be automated and controlled, monitored rope's tension parameter continuously. This paper refers to design and build issues, the tension automatic control system for ship's mooring winch using PLC, inverter connected with computer, HMI touch screen for controlling and monitoring the tension signal on winch's rope.

Key words: Ship mooring winch, a tension automatic control system.

1. Giới thiệu

Hệ thống neo và tời quấn dây là một trong những hệ thống quan trọng trên tàu thủy, nó có ảnh hưởng lớn đến mức độ an toàn của con tàu khi neo đậu ở các bãi thả neo, tàu cập cảng, hay khi tàu điều động ra vào luồng lạch [1]. Ảnh hưởng đến mức độ an toàn của con tàu ngoài sự hoạt động ổn định của hệ thống, thì thông số sức căng của dây cáp cũng là một thông số rất quan trọng và có ảnh hưởng lớn đến an toàn của con tàu khi đỗ bến tại các cảng biển có mực nước thủy triều thay đổi bất thường, cũng như khi tàu bốc dỡ hàng hóa.

Hiện nay, trong hệ thống tời quấn dây trên các con tàu hiện đại có mức độ tự động hóa cao, thì thông số sức căng của dây cáp luôn được giám sát, theo dõi rất chặt chẽ. Tuy nhiên thông số sức căng của tời quấn dây chủ yếu mới dừng lại ở việc giám sát theo dõi và đưa ra cảnh báo, báo động bằng âm thanh, ánh sáng khi thông số này vượt quá giới hạn cho phép và người sỹ quan trực ca phải liên tục giám sát, điều chỉnh bằng tay để đưa về giá trị cho phép. Với xu thế tự động hóa toàn bộ các hệ thống trên tàu, giảm bớt thời gian hành trình, giảm bớt số người phục vụ đồng

This document was created using SOLIDPDFTools To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com