

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC HÀNG HẢI VIỆT NAM  
VIỆN NGHIÊN CỨU PHÁT TRIỂN**



**THUYẾT MINH  
ĐỀ TÀI NCKH CẤP TRƯỜNG**

**ĐỀ TÀI  
NGHIÊN CỨU, XÂY DỰNG CƠ SỞ DỮ LIỆU DAO ĐỘNG  
TRÊN TỔ HỢP DIESEL –MÁY PHÁT ĐIỆN THEO QUY  
PHẠM HÀNG HẢI LIÊN BANG NGA (2014)**

**Chủ nhiệm đề tài: LẠI HUY THIÊN, ThS.**

**Thành viên tham gia:**

**ĐỖ ĐỨC LƯU, PGS. TSKH.**

**Hải Phòng, tháng 5/2016**

# MỤC LỤC

<b>MỞ ĐẦU.....</b>	<b>1</b>
<b>1. Tính cấp thiết của vấn đề nghiên cứu</b>	<b>1</b>
<b>2. Tổng quan về tình hình nghiên cứu thuộc lĩnh vực đề tài</b>	<b>2</b>
<b>3. Mục tiêu, đối tượng, phạm vi nghiên cứu</b>	<b>2</b>
<b>4. Phương pháp nghiên cứu, kết cấu của công trình nghiên cứu</b>	<b>2</b>
<b>5. Kết quả đạt được của đề tài</b>	<b>2</b>
<b>CHƯƠNG 1 CƠ SỞ DỮ LIỆU DAO ĐỘNG TRÊN TỔ HỢP DIESEL – MÁY PHÁT ĐIỆN THEO QUY PHẠM HÀNG HẢI LIÊN BANG NGA, PHIÊN BẢN 2014.....</b>	<b>3</b>
1.1. Dao động và giám sát dao động trên diesel –máy phát điện	3
1.2.Cơ sở dữ liệu cho giám sát dao động trên diesel –MPĐ	8
1.3.Kết luận chương 1	9
<b>CHƯƠNG 2 MÔ HÌNH HÓA CÁC ĐẶC TÍNH DAO ĐỘNG TRÊN TỔ HỢP DIESEL –MÁY PHÁT ĐIỆN TÀU BIỂN .....</b>	<b>10</b>
2.1. Mô hình hóa các đặc tính giới hạn dao động cho tổ hợp D-G	10
2.2.Mô phỏng số mức giới hạn dao động cho tổ hợp D-G	14
2.3. Mô hình toán các đặc tính giới hạn mức A và mức B cho D-G	17
<b>CHƯƠNG 3 KẾT LUẬN CHUNG VÀ KIẾN NGHỊ.....</b>	<b>21</b>
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO .....</b>	<b>22</b>
<b>PHỤ LỤC .....</b>	<b>23</b>

## DANH SÁCH BẢNG BIỂU

Bảng 1.1. Danh sách các tiêu chuẩn ISO về dao động	4
Bảng 2.1. Số liệu đầu vào để xác định hàm hồi quy $g_1(f)$	18
Bảng 2.2. Số liệu đầu vào để xác định hàm hồi quy $g_2(f)$	18
PL.Bảng 1.1. Tiêu chuẩn dao động cho diesel có hành trình S, cm.	23
PL.Bảng 1.2. Tiêu chuẩn dao động cho TBKX trên diesel	25
PL.Bảng 1.3. Tiêu chuẩn dao động cho máy phát điện	27

## DANH SÁCH HÌNH, ẢNH

Hình 1.1. Vị trí đo dao động theo Quy Phạm Hàng hải Nga(2014)	4
Hình 1.2. Hệ trục diesel –máy phát điện tại Viện NCPT	7
Hình 2.1. Kết quả mô phỏng tự động đưa ra giới hạn mức dao động của Diesel DEUTZ, trên tổ hợp D-G tại VNCPT	14
Hình 2.2. Kết quả mô phỏng tự động đưa ra giới hạn mức dao động của Tuabin khí xả trên diesel tàu thủy	15
Hình 2.3. Kết quả mô phỏng tự động đưa ra giới hạn mức dao động của máy phát điện	16
Hình 2.4. Kết quả mô hình hóa hàm hồi quy $g_1(f)$ của phương trình giới hạn dao động mức A của diesel có hành trình S <30 cm	19
Hình 2.4. Kết quả mô hình hóa hàm hồi quy $g_2(f)$ của phương trình giới hạn dao động mức A của diesel có hành trình S <30 cm	20
PL.hình 1.1. Tiêu chuẩn dao động cho diesel theo hành trình S, cm.	24
PL.hình 1.2. Tiêu chuẩn dao động cho TBKX trên diesel	26
PL.hình 1.3. Tiêu chuẩn dao động cho máy phát điện	28

## DANH SÁCH THUẬT NGỮ, CHỮ VIẾT TẮT

D-G	Diesel –Generator	1
VM	Vibration monitoring –Giám sát dao động	1
CSDL	Cơ sở dữ liệu chuẩn	1
TTKT	Trạng thái kỹ thuật	1
RMS	Root Mean Square	6
	–Bình phương trung bình căn bậc 2	
ĐCĐT	Động cơ đốt trong	7
TBKX	Tua bin khí xả	7

# MỞ ĐẦU

## 1. Tính cấp thiết của vấn đề nghiên cứu

Giám sát dao động (Vibration Monitoring, viết tắt trong tiếng Anh: VM) là quá trình đo, thu thập và xử lý tín hiệu dao động, ra quyết định đánh giá (chẩn đoán) trạng thái kỹ thuật (TTKT) của máy theo các đặc tính chuẩn và đặc tính dao động hiện hành trên đối tượng máy được giám sát. Bài toán VM có ý nghĩa quan trọng trong chế tạo, khai thác vận hành và bảo dưỡng máy, đặc biệt đối với các máy cơ khí dạng piston và rô to, trong đó có tổ hợp diesel – máy phát điện (D-G) tàu biển.

Muốn có kết quả giám sát, cần có cơ sở dữ liệu chuẩn (CSDLC) cho đối tượng giám sát. Cơ sở dữ liệu này đặc trưng cho lớp TTKT máy với vai trò là dữ liệu mẫu (chuẩn, standard), làm thước đo để so sánh. Dữ liệu chuẩn về dao động cần được lưu trữ vào bộ nhớ của thiết bị giám sát chẩn đoán và được tự động gọi ra trong quá trình thực hiện giám sát. Do vậy, bài toán đặt ra cho đề tài xây dựng cơ sở dữ liệu chuẩn có vị trí quan trọng, không thể thiếu được trong nhiệm vụ chẩn đoán, giám sát dao động.

Cơ sở dữ liệu dao động còn là tập hợp các đặc tính của dao động thu được trên đối tượng giám sát tại thời điểm (trạng thái) kỹ thuật hiện hành. CSDL hiện hành là hình ảnh của TTKT mà đối tượng giám sát biểu hiện, nó cũng rất quan trọng để dùng giám sát chẩn đoán, so với đặc tính chuẩn (CSDLC). Về hình thức, các đặc tính của CSDL chuẩn hay hiện hành đều phải đưa về chung một dạng, sau đó mới tiến hành ra quyết định giám sát, chẩn đoán.

Đề tài đặt ra nhiệm vụ quan trọng trong các nhiệm vụ của quá trình giám sát dao động là xây dựng **CSDLC** dao động trên tổ hợp D-G, có tầm quan trọng và tính cấp thiết cho bài toán đảm bảo an toàn TTKT tổ hợp D-G, nâng cao hiệu quả khai thác kỹ thuật tổ hợp D-G. Bài toán tiếp theo cho xây dựng CSDL dao động hiện hành sẽ được nghiên cứu tiếp trong một số công trình nghiên cứu khoa học sau này.

## **2. Tổng quan về tình hình nghiên cứu thuộc lĩnh vực đề tài**

Quy Phạm Hàng hải Nga (2014) đã đưa ra CSDLC dưới dạng bảng cũng như đồ thị mức dao động giới hạn cho tổ hợp Diesel –Generator, song không đưa ra mô hình toán học. Chưa có công trình khoa học nào trực tiếp giải quyết vấn đề mô hình hóa hoặc số hóa trên máy tính các đặc tính giới hạn đó.

## **3. Mục tiêu, đối tượng, phạm vi nghiên cứu**

### **Mục tiêu chung**

Xây dựng CSDLC cho D-G dưới dạng số để lập trình giám sát sau này.

### **Mục tiêu cụ thể**

- Mô hình hóa các đặc tính chuẩn dao động của đối tượng;
- Phân tích thiết kế phần mềm xây dựng CSDL chuẩn dao động cho D-G.

## **4. Phương pháp nghiên cứu, kết cấu của công trình nghiên cứu**

- Phân tích tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật về dao động của D-G;
- Mô hình hóa toán học các đặc tính chuẩn.

## **5. Kết quả đạt được của đề tài**

- Mô hình toán thu được cho đặc tính chuẩn dao động của D-G;
- Mô phỏng số hóa các đặc tính giới hạn mức dao động trên D-G.

# CHƯƠNG 1

## CƠ SỞ DỮ LIỆU DAO ĐỘNG TRÊN TỔ HỢP DIESEL – MÁY PHÁT ĐIỆN THEO QUY PHẠM HÀNG HẢI LIÊN BANG NGA, PHIÊN BẢN 2014

### 1.1. Dao động và giám sát dao động trên diesel – máy phát điện

Trạng thái dao động máy là tập hợp các đặc tính của dao động đo được trên đối tượng, biểu thị mức độ dao động cũng như các tính chất cơ bản khác trong miền tần số và thời gian của dao động, diễn ra trên đối tượng (D-G). Có nhiều hệ thống tiêu chuẩn về dao động được xây dựng và ban hành từ các tổ chức tiêu chuẩn kỹ thuật trên thế giới, và tại một số quốc gia để làm cơ sở đánh giá chất lượng sản phẩm máy móc, thiết bị theo các thông số dao động. Tổ chức tiêu chuẩn quốc tế (International Standard Organization) ISO. Một số tổ chức tiêu chuẩn của các quốc gia: API : American Petroleum Institute; GOST : Tiêu chuẩn quốc gia Liên bang Nga; TCVN : Tiêu chuẩn quốc gia Việt Nam;...

*Tiêu chuẩn quốc tế ISO được lưu ý trong Bảng 1.1.*

#### ***Các tiêu chuẩn dao động trên D-G theo Quy Phạm Hàng hải LB Nga (2014)***

Theo Quy phạm Hàng hải của Đăng kiểm Nga về phân cấp và đóng tàu biển vỏ thép [4, 17], yêu cầu đo, kiểm tra rung động tại các vị trí cụ thể, giá trị giới hạn tại các vị trí đo tương ứng, thể hiện trên hình 1.1.

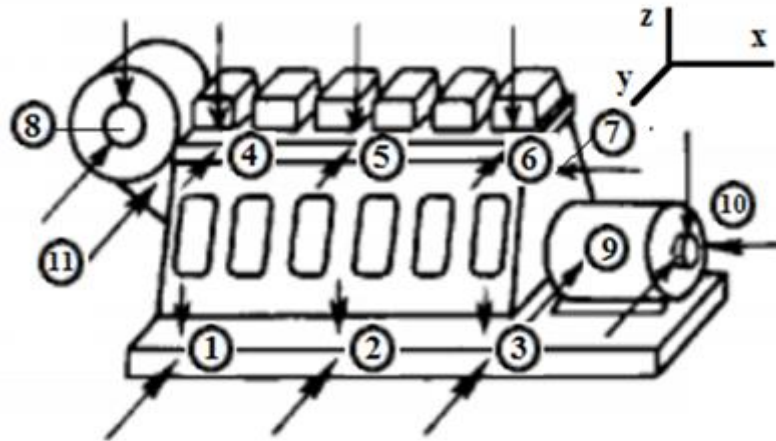
Theo đó, (Quy phạm Hàng hải Nga, phiên bản 2014 [5]) đo giám sát dao động theo trục x, y, z tại 11 điểm đo, hình 1.1. Do đối xứng, nên số tín hiệu dao động tại 19 điểm cần đo sẽ là: 35 [2].

Dao động được phân loại ở các cấp độ tiêu chuẩn A, B, C phụ thuộc vào tổ hợp D-G lắp mới (cấp độ A), hoạt động bình thường (cấp độ B), khi có hư hỏng, phải bảo dưỡng, sửa chữa (cấp độ C) [2].

**Bảng 1.1. Danh sách các tiêu chuẩn ISO về dao động**

<b>STT</b>	<b>ISO</b>	<b>Nội dung đề cập</b>
1	ISO 2041:1990	Khái niệm, định nghĩa về dao động và va đập
2	ISO 13372:2004	Từ điển về kiểm tra và chẩn đoán máy
3	ISO 1940-1:2003	Cân bằng động máy (dao động – Yêu cầu chất lượng cân bằng rô to cứng – Phần 1: Xác định mức cân bằng dư).
4	ISO 1940-2:1997	Cân bằng động máy (dao động – Yêu cầu chất lượng cân bằng rô to cứng – Phần 2: Sai số cân bằng); ISO 1940-1:2003, SĐ.1:2005 (Sửa đổi với ISO 1940-1:2003, ISO/TC108); ISO 2953:1999
5	ISO 2954:1975	Đo dao động, va đập máy: (dao động máy có chuyển động quay –tĩnh tiến)
6	ISO 13332:2000	Động cơ đốt trong – Phương pháp đo dao động của động cơ tại các gói đỡ của động cơ trung tốc và cao tốc
7	ISO 3046-5:2001	Động cơ đốt trong piston – Đặc tính – Phần 5: dao động góc
8	ISO 4867:1984	Yêu cầu đo và biểu diễn kết quả đo dao động trên tàu biển
9	ISO 4868:1984	Yêu cầu đo và biểu diễn kết quả đo rung động máy và kết cấu tàu biển
10	ISO 5348:1998	Dao động và va đập – Lắp đặt cơ khí SENSORS gia tốc
11	ISO 10816-3:1998	Kiểm tra dao động và chẩn đoán máy và tàu biển -Đánh giá trạng thái máy theo kết quả đo dao động trên các chi tiết không quay – Phần 3: Máy công nghiệp có công suất định mức trên 15 kW và vòng quay định mức từ 120 đến 15000 v/ph tại vị trí lắp đặt
12	ISO 10816-4:1998	Đánh giá trạng thái máy theo kết quả đo rung động trên các chi tiết không quay – Phần 4: Hệ thống truyền động tua-bin khí (trừ động cơ máy bay)
13	ISO 10816-6:1995	Đánh giá trạng thái máy theo kết quả đo dao động trên các chi tiết không quay – Phần 6: Máy piston có công suất định mức trên 100 kW
14	ISO 13373-1:2002	Kiểm tra và chẩn đoán trạng thái máy bằng rung động – Phần 1: Phương pháp chung
15	ISO 13373-2:2005	Kiểm tra và chẩn đoán trạng thái máy bằng rung động – Phần 2: Xử lý, phân tích và biểu diễn dữ liệu





**Hình 1.1. Vị trí đo dao động theo Quy Phạm Hàng hải Nga(2014) [2]**

Trong Quy Phạm Hàng hải Nga (2014), (phần VII; Chương 9 –Dao động máy và thiết bị. Các tiêu chuẩn dao động) đưa ra mức độ giới hạn dao động (Limits of Vibration Levels, LVL) với 3 mức A, B, C.

Dao động tiêu chuẩn là các ngưỡng cao nhất (tương ứng với các cấp A, B, C) tại băng thông trung bình 1/3 Octav.

*Phần động cơ diesel và máy phát điện* sẽ sử dụng các tiêu chuẩn (bảng số liệu, đồ thị) liên quan đến động cơ đốt trong, rô to (tuabin -máy nén khí; máy phát điện). Tiêu chuẩn đưa ra dưới dạng đồ thị mang tính trực quan, còn dưới dạng số rất cần cho lập trình để xây dựng cơ sở dữ liệu. Chính vì vậy chúng ta sẽ tập hợp CSDL cho từng đối tượng liên quan và được in ấn và lưu trữ dưới dạng bảng dữ liệu EXCEL (Trong phụ lục, PL-Bảng 1.1, 1.2, 1.3).

Theo các bảng tiêu chuẩn đưa ra từ Quy Phạm Hàng hải Nga (phiên bản 2014) có một số điểm chú ý:

- Giá trị dao động tiêu chuẩn – bình phương trung bình xét tại tần số trung bình, sử dụng lọc băng thông dải “1/3 Octav” cho dao động vận tốc, đơn vị đo de-xi-bel (dB) hoặc đơn vị tuyệt đối (mm/s). Giá trị dao động được tính ở đại lượng tuyệt đối, sau đó biến đổi về đại lượng tương đối so với giá trị chuẩn (giới hạn chuẩn vận tốc,  $v_{e0} = 5 \times 10^{-5}$  mm/s, còn gia tốc  $v_{e0} = 3 \times 10^{-4}$  m/s<sup>2</sup>).

$$L = 20 \lg \frac{v_e}{v_{e0}}, \quad (1.1)$$

Trong đó:  $v_e$  là giá trị bình phương trung bình của dao động, **RMS** (chuyển vị / vận tốc / gia tốc) tại tần số trung bình đang xét.

Theo IEC 1260:1995 và ANSI S1.11-2004, khi xét tần số trung tâm  $f_C$  thì tần số giới hạn dưới  $f_L$ , và giới hạn trên  $f_H$  (Hz), đối với bộ lọc băng thông 1/3 Octav được giới hạn [2, 6]:

$$f_L = f_C \cdot 2^{-1/6} \approx 0.891 f_C; f_H = f_C \cdot 2^{1/6} \approx 1.122 f_C \quad (1.2)$$

Thực tế đo dao động, chúng ta thu được tín hiệu đa hài, có chứa nhiều. Sau khi biến đổi lọc nhiễu ta thu được tín hiệu có ích, gần với nguyên gốc bản thân dao động xảy ra trên máy. Khi xét dao động tại một số điều hòa nhất định, chúng ta thường gọi là dao động (đơn hài, đa hài). Dao động đơn hài đặc trưng bởi biên độ, tần số, pha. Khi xử lý tín hiệu dao động trong miền thời gian, ta thường dùng các giá trị sau đây biểu diễn cho tín hiệu điều hòa (PL.hình 1.4):

-Peak –to –Peak (2 lần biên độ);

-Bình phương các giá trị trung bình căn bậc hai (RMS –Root Mean Square)

$$\mathbf{RMS = 0,707 \times Peak.} \quad (1.3)$$

- Giá trị trung bình (Average) = 0,637x Peak.

Trong các bảng dữ liệu đưa ra từ Quy Phạm Hàng hải Nga (2015), thông số cơ bản đo chính là **RMS** của biên độ điều hòa, dùng băng thông 1/3 octav.

### ***1.1.2. Một số đặc điểm khi tổ chức thu thập tín hiệu dao động trên D-G***

*Các thông số dao động tiêu chuẩn có thể được xây dựng.*

-Thông số dao động RMS với bộ lọc 1/3 Octav là đại lượng cơ bản được sử dụng để xử lý tín hiệu dao động cũng như cho xây dựng CSDLG;

-Có thể sử dụng bộ lọc Octav. Khi đó. Giá trị dao động cho phép (tương ứng với mức A cũng như mức B) sẽ tăng lên ( $\sqrt{2} = 1,41$ ) lần đối với dao động tuyệt đối,

hay (3dB) đối với dao động tương đối biểu thị Logarith (dB) khi sử dụng bộ lọc 1/3 Octav.

(a) **Đối với ĐCĐT (diesel).** Tiêu chuẩn đã xét và được chỉ ra trong phụ lục áp dụng cho ĐCĐT có công suất không nhỏ hơn 55 kW, và vòng quay không lớn hơn 3000 rpm;

Giá trị dao động cho phép mức A và B theo đơn vị RMS, theo trục x và z được đưa ra ở bảng trong phụ lục.

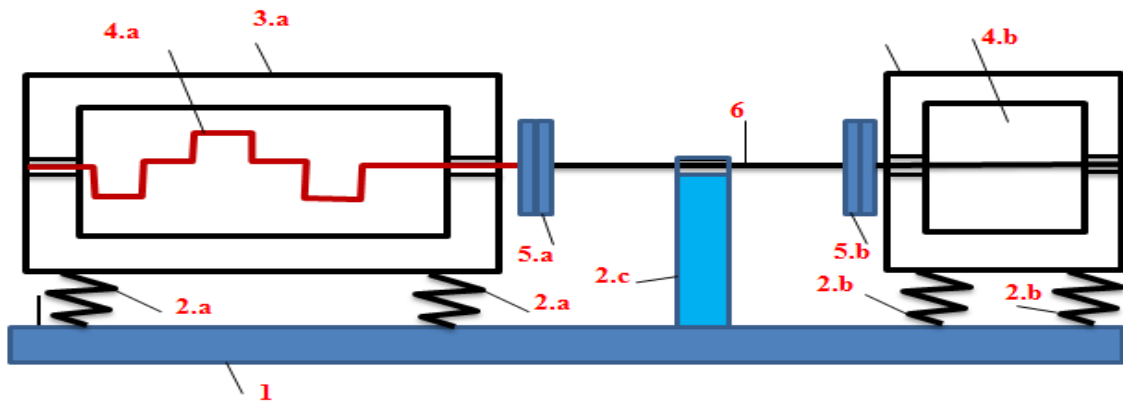
(b) **Đối với vị trí đo TBKX tăng áp.**

Giá trị giới hạn mức A, mức B được đưa ra ở phần phụ lục, đo theo RMS, dùng dải băng thông 1/3 Octav.

(c) **Đối với vị trí đo máy phát điện.**

Giá trị giới hạn mức A, mức B được đưa ra ở phần phụ lục, đo theo RMS, dùng dải băng thông 1/3 Octav.

### 1.1.3. Đối với D-G tại Viện NCPT .



Hình 1.2. Hệ trục diesel – máy phát điện tại Viện NCPT

1-Bệ máy; 2.a – Lò xo (nhún) đặt diesel; 2.b – Lò xo đặt máy phát; 2.c- Gói đỡ trục trung gian;  
3.a- Thân diesel; 3.b – Thân rô to (máy phát); 4.a- Trục khuỷu diesel; 4.b – Trục rô to (máy phát); 5.a, 5.b – Bích cứng; 6 – Đoạn trục trung gian;

Tổ hợp đã được hoán cải đường trục (hình 1.2) với mục đích nghiên cứu dao động thẳng theo Quy phạm [3], việc đo dao động được triển khai cho phần vỏ, bộ máy diesel và máy phát, thêm vào đó là nghiên cứu phát triển dao động xoắn đường trục tổ hợp diesel – máy phát điện.

## **1.2. Cơ sở dữ liệu cho giám sát dao động trên diesel – MPĐ**

### **1.2.1. Các thông số cơ bản dao động trên D-G**

Như trên đã phân tích các dạng dao động cần được đo, phân tích và sử dụng vào cho việc giám sát dao động D-G, gồm:

- Dao động ngang theo hai phương vuông góc với đường trục động cơ, đó là các dạng dao động thẳng (chuyển vị, vận tốc và gia tốc);
- Dùng đầu đo dao động vận tốc hoặc dao động gia tốc (hoặc qua thuật toán chuyển đổi sang dạng dao động gia tốc hay vận tốc);
- Mức dao động giới hạn được tính theo đại lượng  $RMS = 0.707 * PEAK$ ;
- Đơn vị đo (tính) tuyệt đối hoặc tương đối de-xi-bel.

Thực tế trong tổ hợp D-G có dao động xoắn được Quy Phạm quy định riêng ở chương “Dao động xoắn, Torsional Vibrations”, tuy nhiên bài toán đặt ra để giám sát không đặt ra. Thông thường bài toán dao động xoắn được đặt ra cho tính toán và đo đạc kiểm chứng để đảm bảo hệ trục không rơi vào vùng khai thác với ứng suất xoắn nguy hiểm cho các đoạn trục trong hệ trục khi thiết kế mới hoặc có hoán cải, đối với tổ hợp D-G có công suất từ 100 kW trở lên.

Như vậy, bài toán đặt ra trong đề tài nghiên cứu sẽ xây dựng CSDL cho:

(a) Các dạng dao động thẳng tại 03 đối tượng của tổ hợp D-G, đó là:

- Động cơ diesel 4 kỳ với hành trình piston cụ thể được sử dụng;
- Tuabin – máy nén khí (tua bin tăng áp khí xả);
- Máy phát điện (G).

(b) Dạng biểu thị các thông số của dao động thẳng: dao động vận tốc, đơn vị mm/s (dạng dao động tuyệt đối);

(c) *Giá trị ngưỡng*: RMS trung bình hình học tính 1/3 Octav.

### **1.2.2. Cơ sở dữ liệu dao động cơ bản trên D-G**

Trên cơ sở phân tích lựa chọn tại mục (1.2.1), chúng ta xây dựng bảng các giá trị giới hạn cụ thể cho đối tượng (tổ hợp D-G) theo mẫu các bảng trong phần phụ lục (PL. Bảng 1.1 đến PL. Bảng 1.3). Trong các bảng nêu trên, ví dụ có thể chỉ ra cho các tổ hợp D-G tại Viện NCPT, Trường ĐHHH Việt Nam với các thông số lựa chọn cụ thể.

Tổ hợp D-G được xem xét có một số thông tin cơ bản sau đây.

Tổ hợp D-G có công suất 110 kW ở chế độ định mức.

Động cơ Diesel loại DEUTZ, họ **226 B**, có: đường kính xy lanh 105 mm; hành trình piston 120 mm. Động cơ có 6 xy lanh. Tại chế độ định mức: Công suất 110 kW và mô men xoắn ( $MMX_{nor}$ ) 332 Nm; suất tiêu hao nhiên liệu: 228 g/kW.h ;  $MMX_{max} = 414$  Nm và suất tiêu hao nhiên liệu tại  $MMX_{max}$  : 207 g/kW.h . Động cơ có: vận tốc trung bình của piston,  $c_p = 12$  m/s; tỉ số nén  $\epsilon = 16,6$ ; áp suất trung bình:  $p_{mi} = 7,1$  [bar] , ( $kg/cm^2$ ); áp suất cháy cực đại:  $p_z = 95$  [bar] , ( $kg/cm^2$ ); vòng quay định mức: 1500 -1800 v/ph. Ngoài ra động cơ có một số đặc trưng kỹ thuật khai thác: vòng quay toàn tải thấp: 1000 v/ph; vòng quay ổn định thấp nhất: 650 v/ph; thứ tự nổ: 1-5-3-6-2-4.

Máy phát điện (G).

Như vậy, điều đặc biệt quan tâm là đối với diesel có tham số hành trình piston được đưa vào để tính chọn giới hạn, còn đối với tua bin khí xả và máy phát được xét chung cho tất cả các trường hợp.

### **1.3. Kết luận chương 1**

Cần xây dựng CSDL cho các dao động thẳng, đại diện đặc trưng là dao động vận tốc (mm/s), giá trị đại lượng RMS cho dải băng thông 1/3 Octav, đối tượng: diesel (máy phụ) có hành trình piston cần đưa vào, tuabin –khí xả tăng áp và máy phát điện (G).

## CHƯƠNG 2

### MÔ HÌNH HÓA CÁC ĐẶC TÍNH DAO ĐỘNG TRÊN TỔ HỢP DIESEL –MÁY PHÁT ĐIỆN TÀU BIỂN

#### 2.1. Mô hình hóa các đặc tính giới hạn dao động cho tổ hợp D-G

##### 2.1.1. Đặc tính giới hạn của động cơ diesel máy phụ

-Véc tơ tần số trung bình 1/3 Octav:

$f=[1.6 \ 2 \ 2.5 \ 3.2 \ 4 \ 5 \ 6.3 \ 8 \ 10 \ 12.5 \ 16 \ 20 \ 25 \ 31.5 \ 40 \ 50 \ 63 \ 80 \ 100 \ 125 \ 160];$

% kích thước của véc tơ  $f$  là:  $\text{size}(f) = (1, 21);$

- Véc tơ giới hạn mức A ta ký hiệu là LA, giới hạn mức B: LB. Các chữ số 1 đến 4 cho các trường hợp hành trình piston của động cơ tương ứng S, cm.

*% Khi S < 30 (cm);*

$\% \text{ LA1} = [4 \ 4 \ 4 \ 4 \ 4 \ 4.5 \ 5.6 \ 7.1 \ 8.9 \ 11 \ 14 \ 16 \ 16 \ 16 \ 16 \ 16 \ 12.5 \ 10 \ 8 \ 6.3 \ 5];$

$\text{LA1} = [4 * \text{ones}(1,5) \ 4.5 \ 5.6 \ 7.1 \ 8.9 \ 11 \ 14 \ 16 * \text{ones}(1,5) \ 12.5 \ 10 \ 8 \ 6.3 \ 5];$

$\text{LB1} = [5.6 * \text{ones}(1,5) \ 6.3 \ 8.0 \ 10 \ 12.5 \ 16 \ 20 \ 22 * \text{ones}(1,5)];$

$\text{LB1} = [\text{LB1} \ 18 \ 14 \ 11 \ 8.9 \ 7.1];$

*% Khi S nằm trong đoạn 30 – 70 (cm);*

$\% \text{ LA2} = [4 \ 4 \ 4 \ 4 \ 4 \ 4.5 \ 5.6 \ 7.1 \ 8.9 \ 11 \ 14 \ 16 \ 16 \ 16 \ 16 \ 16 \ 12.5 \ 10 \ 8 \ 6.3 \ 5];$

$\text{LA2} = [4 * \text{ones}(1,5) \ 4.5 \ 5.6 \ 7.1 \ 8.9 \ 11 \ 14 \ 16 * \text{ones}(1,5) \ 12.5 \ 10 \ 8 \ 6.3 \ 5];$

$\text{LB2} = [5.6 * \text{ones}(1,4) \ 6.3 \ 8.0 \ 10 \ 12.5 \ 16 \ 20 \ 22 * \text{ones}(1,5)];$

$\text{LB2} = [\text{LB2} \ 18 \ 14 \ 11 \ 8.9 \ 7.1 \ 5.6];$

*% Khi S nằm trong đoạn 71 – 140 (cm);*

LA3=[ 4 4 4 4.5 5.6 7.1 8.9 11 14 16 16 16 16 16 12.5 10 8 6.3 5 4 3.2];

LB3=[5.6 5.6 5.6 6.3 8.0 10 12.5 16 20 22 22 22 22 22];

LB3=[LB3 18 14 11 8.9 7.1 5.6 4.5];

*% Khi S nằm trong đoạn 141 – 240 (cm);*

LA4=[ 4 4 4.6 5.6 7.1 8.9 11 14 16 16 16 16 16 ];

LA4=[ LA4 12.5 10.0 8.0 6.3 5.0 4.0 3.2 2.5];

LB4=[5.6 5.6 6.3 8.0 10 12.5 16 20 22 22 22 22 22];

LB4=[ LB4 18 14 11 8.9 7.1 5.6 4.5 3.6];

*% Khi S lớn hơn 240 (cm);*

LA5=[4 4.5 5.6 7.1 8.9 11 14 16 16 16 16 16];

LA5=[LA5 12.5 10 8 6.3 5 4 3.2 2.5 2];

LB5=[5.6 6.3 8.0 10 12.5 16 20 22 22 22 22 22];

LB5=[LB5 18 14 11 8.9 7.1 5.6 4.5 3.6 1.8];

**Thuật toán xác định đặc tính giới hạn trên dao động của mức A và B** đối với động cơ Diesel 4 kì dùng lai máy phát điện được cụ thể như sau:

-**Bước 1**. Nhập giá trị hành trình piston S (cm);

S= 140/10; % mm -> cm, ví dụ S=140 mm;

- **Bước 2**. Kiểm tra S với các phạm vi và xác định các giá trị giới hạn

if S < 30

LA=LA1; LB=LB1;

elseif S<=70

LA=LA2; LB=LB2;

```

elseif S<=140

LA=LA3; LB=LB3;

elseif S<=240

LA=LA4; LB=LB4;

else

LA=LA5; LB=LB6;

end

```

- **Bước 3.**

Vẽ đồ thị và xuất kết quả ra màn hình.

**2.1.2. Đặc tính giới hạn của Tuabin - Khí xả tăng áp**

-Véc tơ tần số trung bình 1/3 Octav

**f**=[1.6 2 2.5 3.2 4 5 6.3 8 10 12.5 16 20 25 31.5 40 50 63 80 100 125 160];

**f**=[ **f** 200 250 320 400 500];

% kích thước của véc tơ **f** là: size(**f**) = (1, 26);

- Véc tơ giới hạn mức A ta ký hiệu là LAT, giới hạn mức B: LBT.

LAT= [10 12.5 14 20 24\*ones(1,18) 18 14 11 9];

LBT=[ 14 16 20 25.5 34\*ones(1,18) 26 20 16 13];

**2.1.3. Đặc tính giới hạn của máy phát điện**

-Véc tơ tần số trung bình 1/3 Octav

**f**=[1.6 2 2.5 3.2 4 5 6.3 8 10 12.5 16 20 25 31.5 40 50 63 80 100 125 160];

**f**=[ **f** 200 250 320];

% kích thước của véc tơ **f** là: size(**f**) = (1, 24);

- Véc tơ giới hạn mức A ta ký hiệu là LAG, giới hạn mức B: LBG.



LAG= [1 1.3 1.5 1.9 2.3 2.9 3.6 4.5 5.6 7\*ones(1,9) 5.6 4.5 3.6 2.9 2.3 1.9];

LBG=[ 1.6 1.9 2.4 3 3.7 4.6 5.7 7.1 8.9 11\*ones(1,9) 8.9 7.1 5.7 4.6 3.7 3.0];

#### **2.1.4. Đặc tính giới hạn tính chuyển đổi sang đơn vị Dexibel**

Công thức tính chuyển đổi sang đơn vị tương đối so với ngưỡng được thể hiện trong công thức (1.1) trong chương 1, với giá trị chuẩn (vận tốc giới hạn chuẩn,  $v_{e0} = 5 \times 10^{-5}$  mm/s

$$L = 20 \lg \frac{v_e}{v_{e0}}$$

Trường hợp chúng ta xét, véc tơ mức độ dao động A và B tương ứng với  $v_e$ .

Tại các tần số trung bình với băng thông 1/3 Octav, giới hạn RMS tính theo dB được Quy Phạm Hàng hải Nga (2014) đưa ra theo các bảng dữ liệu tương ứng dB và giá trị tuyệt đối,  $v_e$  (mm/s). Tại từng tần số trung bình, chúng ta tính được các giá trị chuẩn van đầu  $v_{e0}$  (mm/s):

$$\log v_{e0} = \log v_e - L/20 = \log v_e - 0,05 * L$$

$$v_{e0} = 10^{(\log v_e - 0,05 * L)} \quad (2.1)$$

Trong nghiên cứu trường hợp Diesel, chúng ta thu được:

v01=1e-4\*[3.0640\*ones(1,5) 3.5816 4.7072 6.4580 8.6308 11.1659 15.4546];

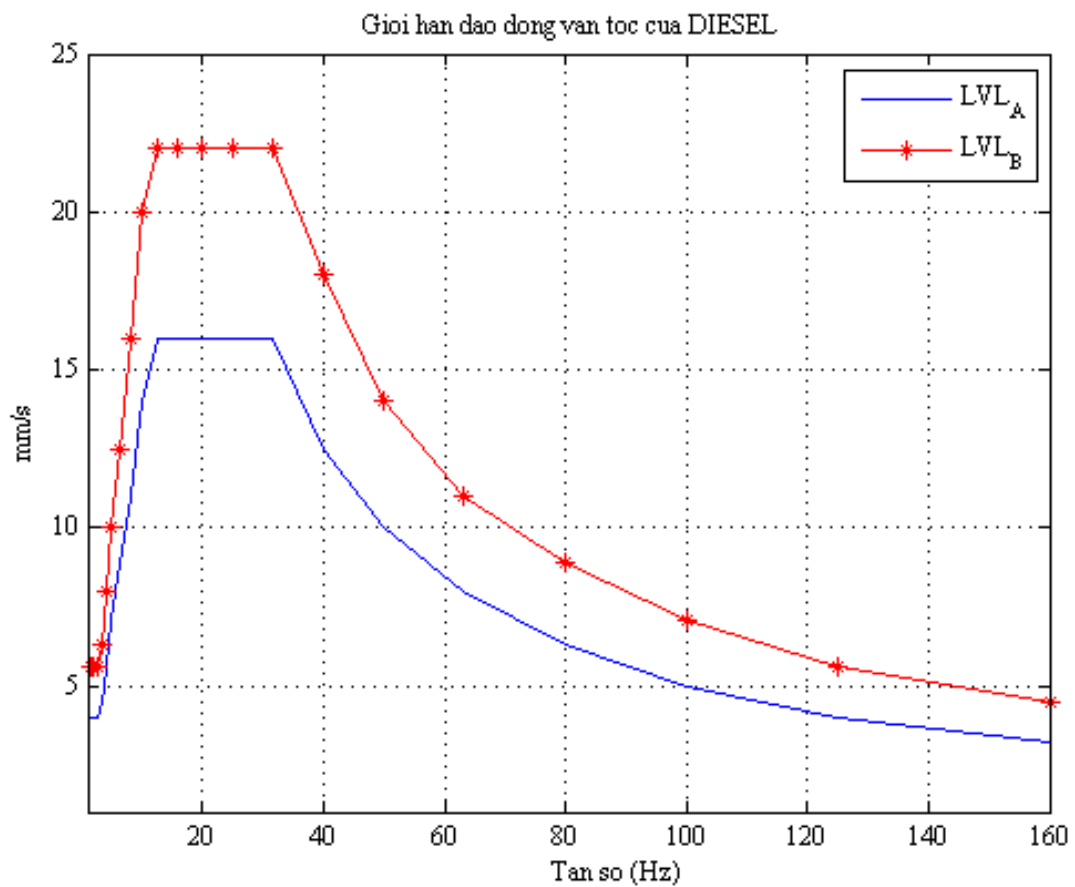
v02=1e-4\*18.7322\*ones(1,5);

v03=1e-4\*[13.3576 10.0597 7.5760 5.5024 4.0685];

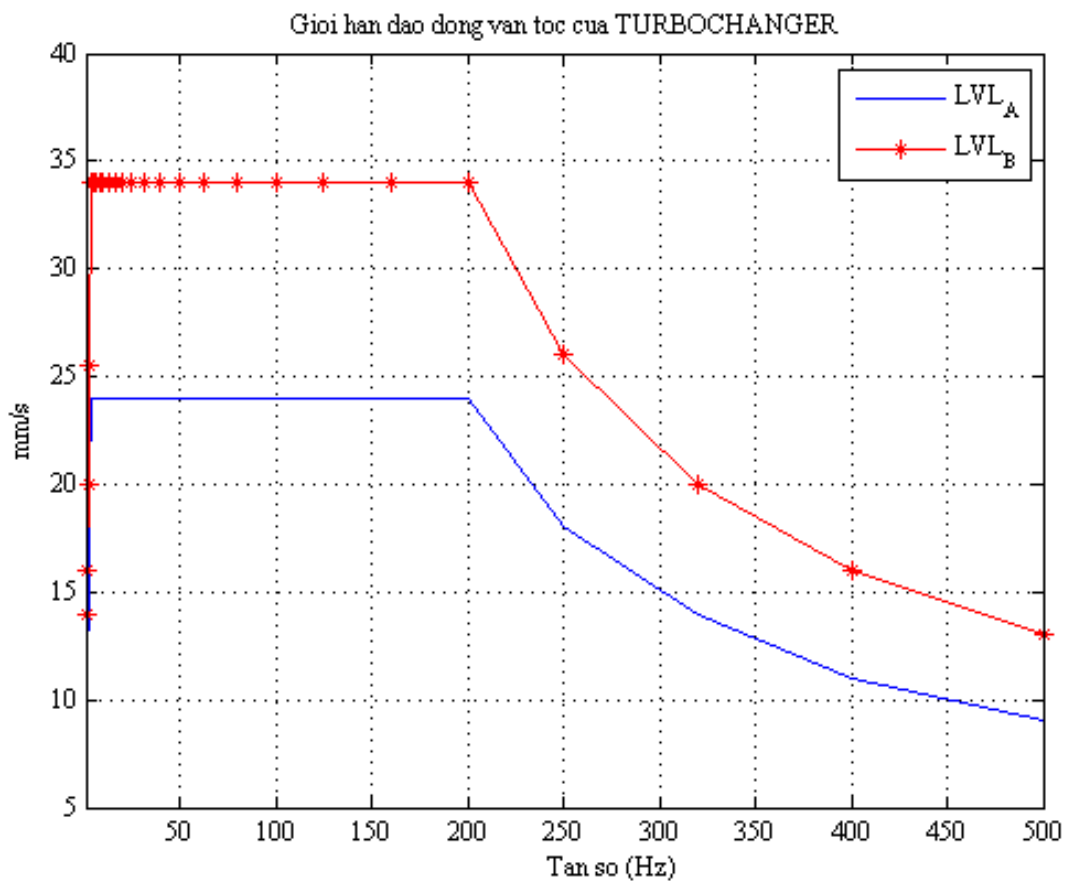
v0=[v01 v02 v03];

## 2.2. Mô phỏng số mức giới hạn dao động cho tổ hợp D-G

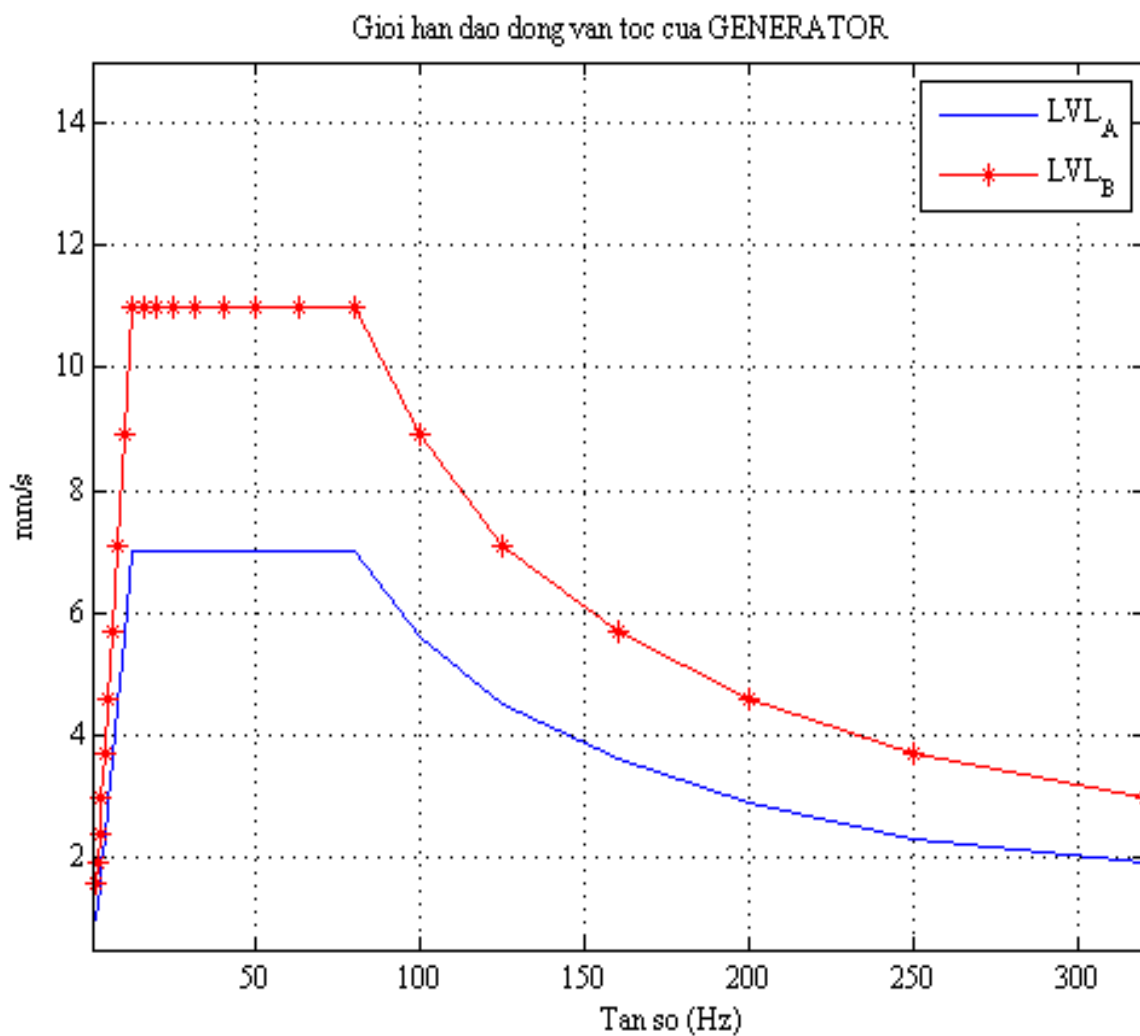
Lập trình trong MATLAB dưới dạng m.file cho xây dựng các đường giới hạn dao động mức A và mức B cho các điểm giảm sát dao động trên diesel, tua bin tăng áp và máy phát (G). Kết quả được chỉ ra trên hình 2.1, 2.2 và 2.3.



**Hình 2.1. Kết quả mô phỏng tự động đưa ra giới hạn mức dao động của Diesel DEUTZ, trên tổ hợp D-G tại Viện nghiên cứu Phát triển**



**Hình 2.2. Kết quả mô phỏng tự động đưa ra giới hạn mức dao động của Tuabin tăng áp , trên động cơ diesel tàu biển**



**Hình 2.3. Kết quả mô phỏng tự động đưa ra giới hạn mức dao động của máy phát trên tổ hợp diesel – máy phát điện**

## Phân tích kết quả

Mô phỏng lập trình đưa ra kết quả thể hiện trên các hình 2.1, 2.2 và 2.3 từ số liệu đã chỉ ra trong phụ lục, PL. Bảng 1.1, PL. Bảng 1.2 và PL. Bảng 1.3.

-Về hình dáng các đường giới hạn mức độ âm thanh khác so với các đường giới hạn chỉ ra trên các hình ở phần phụ lục mà tài liệu chuyên ngành đưa ra. Sự khác biệt này tập trung ở phần biểu biến theo trục hoành với tỉ lệ không tuyến tính trong tài liệu đưa ra. Kết quả chỉ ra trên các hình 2.1, 2.2 và 2.3 đó là giá trị biểu diễn theo tỉ lệ tuyến tính trên trục hoành.

Trực quan theo dõi các đường đặc tính trên các hình PL.Bảng 1.1, 1.2 cũng như 1.3, chúng ta rất dễ bị nhầm lẫn các đặc tính là các đường thẳng, trong khi thực tế có các đoạn đặc tính có dạng hàm mũ hoặc đa thức bậc hai (hình 1.1, 1.2 hoặc 1.3).

Chúng ta cũng không gặp nhiều khó khăn để thu được mô hình toán viết cho từng đoạn tần số. Trong chương sau chúng ta sẽ nghiên cứu phương pháp xác định giá trị giới hạn mức dao động A và B tại các tần số khác với các giá trị đã nêu trong bảng 1.1, bảng 1.2 và bảng 1.3.

### 2.3. Mô hình toán các đặc tính giới hạn mức A và mức B cho D-G

Trong mục này, chúng ta sẽ nghiên cứu mô hình đại diện đặc trưng cho mức A hoặc mức B đối với một đối tượng nào đó, ví dụ cho diesel máy phụ. Các trường hợp khác được xây dựng tương tự như trường hợp được xét.

#### *Mô hình toán giới hạn của động cơ diesel máy phụ*

$f=[1.6 \ 2 \ 2.5 \ 3.2 \ 4 \ 5 \ 6.3 \ 8 \ 10 \ 12.5 \ 16 \ 20 \ 25 \ 31.5 \ 40 \ 50 \ 63 \ 80 \ 100 \ 125 \ 160];$

$f1==[1.6 \ 2 \ 2.5 \ 3.2 \ 4]; f2==[5 \ 6.3 \ 8 \ 10 \ 12.5 \ 16];$

$f3 = [20 \ 25 \ 31.5 \ 40 \ 50 \ 63]; f4=[80 \ 100 \ 125 \ 160];$

Khi  $S < 30$  (cm)

LA1= [4 4 4 4 4 4.5 5.6 7.1 8.9 11 14 16 16 16 16 16 12.5 10 8 6.3 5];

$$y_{LA1} = \begin{cases} 4, & \text{khi } f \leq 4 \text{ Hz;} \\ g_1(f), & \text{khi } 4 < f < 20 \text{ Hz;} \\ 16, & \text{khi } 20 \leq f \leq 63 \text{ Hz;} \\ g_2(f), & \text{khi } f > 63 \text{ Hz;} \end{cases} \quad (2.2)$$

Hàm số  $g_1(f)$  và  $g_2(f)$  được mô hình hóa bằng phương pháp hồi quy theo số liệu ghi trong bảng 2.1 và 2.1.

**Bảng 2.1. Số liệu đầu vào để xác định hàm hồi quy  $g_1(f)$**

f(Hz)	4	5	6.3	8	10	12.5	16	20
$g_1(f)$	4	4.5	5.6	7.1	8.9	11	14	16

**Bảng 2.2. Số liệu đầu vào để xác định hàm hồi quy  $g_2(f)$**

f(Hz)	50	63	80	100	125	160
$g_2(f)$	16	12.5	10	8	6.3	5

Mô hình hồi quy thu được dưới dạng đa thức sau:

$$g_1(f) = -0,2928 \cdot f^2 + 1,0297 \cdot f - 0,0102 \quad (2.3)$$

$$g_2(f) = 28,0074 \cdot f^2 - 0,2993 \cdot f + 0,0010 \quad (2.4)$$

Với độ tin cậy của mô hình có:

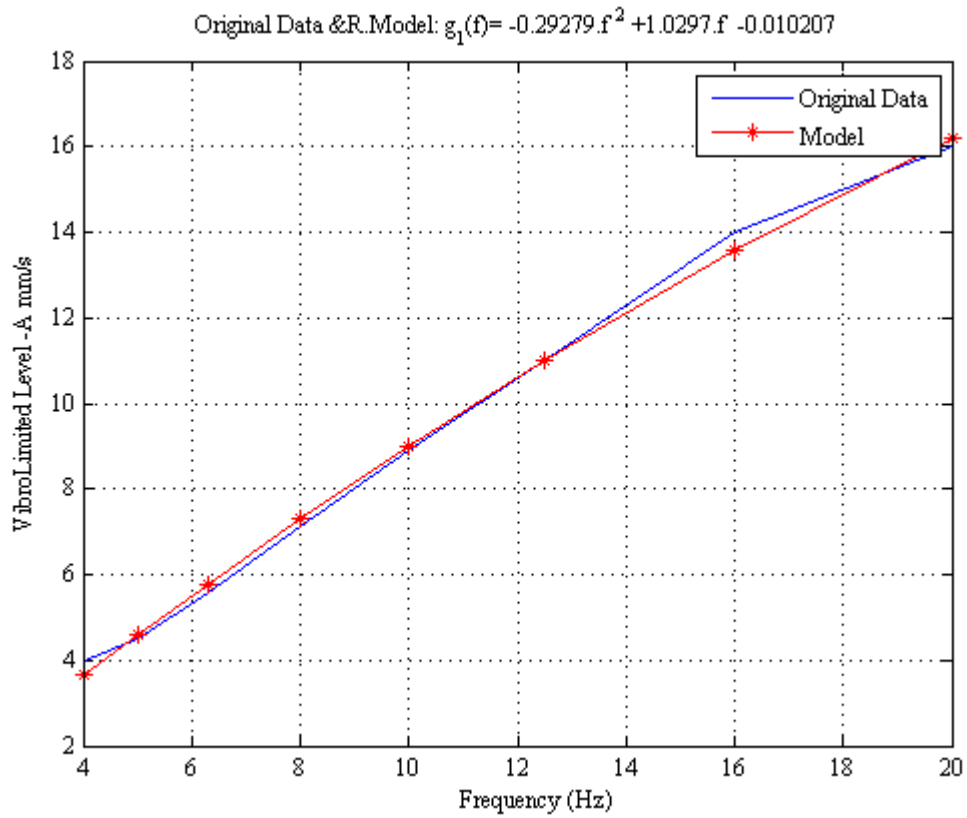
$$F_{t_1} = 238.8 > F_{t}(0.99; 4; 3) = 28,71;$$

$$F_{t_2} = 142.9 > F_{t}(0.99; 2; 3) = 30.82,$$

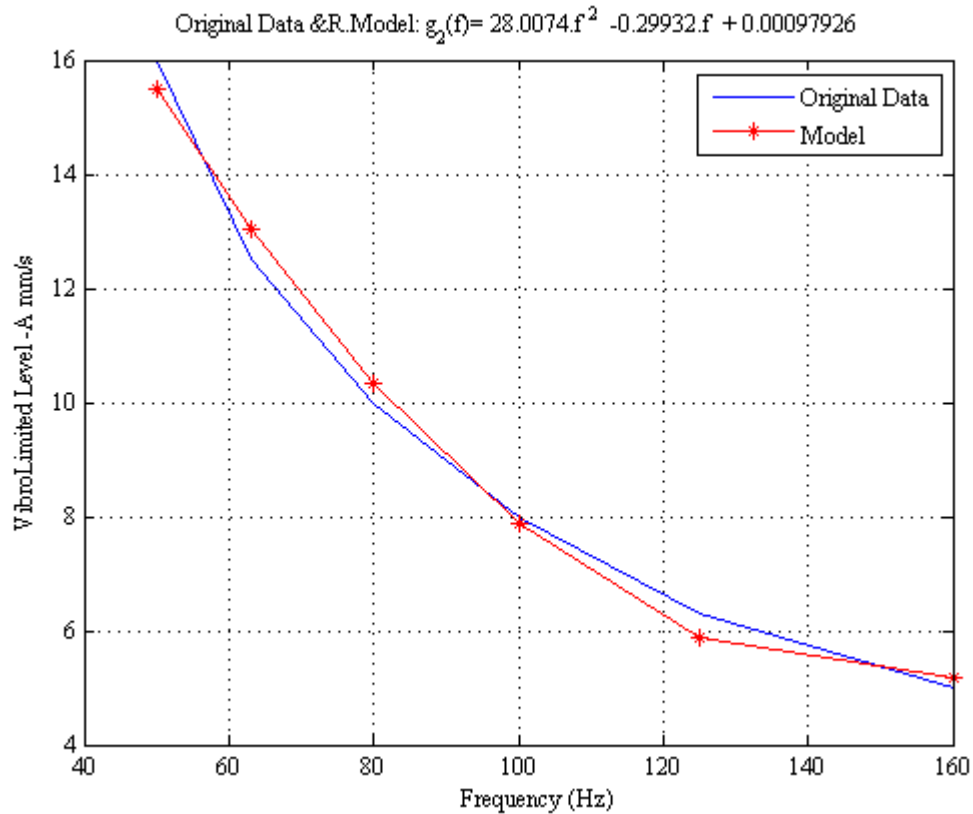
nên mô hình thu được có độ chính xác đạt 99%.

Kết quả mô hình hồi quy dưới dạng đa thức bậc hai và dữ liệu đầu vào được biểu diễn trên hình 2.4 và 2.5.

Kết quả mô hình hóa thu được qua việc mô hình hóa, xây dựng thuật toán và lập trình trong MATLAB. Chương trình được thể hiện trong phụ lục.



**Hình 2.4. Kết quả mô hình hóa hàm hồi quy  $g_1(f)$  của phương trình giới hạn dao động mức A của diesel có hành trình  $S < 30$  cm**



**Hình 2.5. Kết quả mô hình hóa hàm hồi quy  $g_2(f)$  của phương trình giới hạn dao động mức A của diesel có hành trình  $S < 30$  cm**

### **Phân tích kết quả mô hình hóa**

Mô hình hóa dưới dạng phương trình (2.2) và kết quả tính cho trường hợp diesel có hành trình piston  $S < 30$  cm dưới dạng hai phương trình hồi quy cho mức A và B dao động giới hạn được thể hiện (2.3) và (2.4) có độ tin cậy cao 99%, đảm bảo cho phép lập trình, số hóa cơ sở dữ liệu chung (các đặc tính giới hạn) mức dao động A và B của tổ hợp diesel – máy phát điện.



## CHƯƠNG 3

### KẾT LUẬN CHUNG VÀ KIẾN NGHỊ

#### **Kết luận chung**

Đề tài đã giải quyết được vấn đề đặt ra: Xây dựng cơ sở dữ liệu chung mức độ dao động giới hạn cho tổ hợp diesel – máy phát điện với mục tiêu mô hình hóa và lập trình xây dựng các đặc tính giới hạn cho giám sát dao động đối tượng được xét. Các bài toán đã giải quyết thành công trong đề tài:

-Phân tích, lựa chọn dạng dao động thẳng và các đại lượng đặc trưng của dao động để xây dựng cơ sở dữ liệu chung được đưa ra trong Quy Phạm Hàng hải Nga, phiên bản năm 2014;

-Mô hình hóa và mô phỏng số, lập trình trong MATLAB dưới dạng m.files để kiểm chứng khả năng số hóa dữ liệu cho lập trình xây dựng thiết bị giám sát dao động sau này;

-Mô hình hóa các đặc tính mức dao động A và B dưới dạng các hàm số toán học (dạng chung nhất, tương tự như phương trình 2.2) và lập trình tính nghiệm ví dụ cho mức dao động A đối với diesel máy phát có hành trình piston  $S < 30$  cm, áp dụng cho diesel trong tổ hợp D-G của Trường ĐHHHVN, tại Viện NCPT.

#### **Kiến nghị**

Đề tài cần được nghiên cứu mở rộng cho xây dựng dữ liệu đo hiện tại và ra quyết định giám sát, đánh giá trạng thái dao động của tổ hợp diesel – máy phát, cụ thể tại 3 thành phần cơ bản: Diesel; Tuabin khí xả và Máy phát điện.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

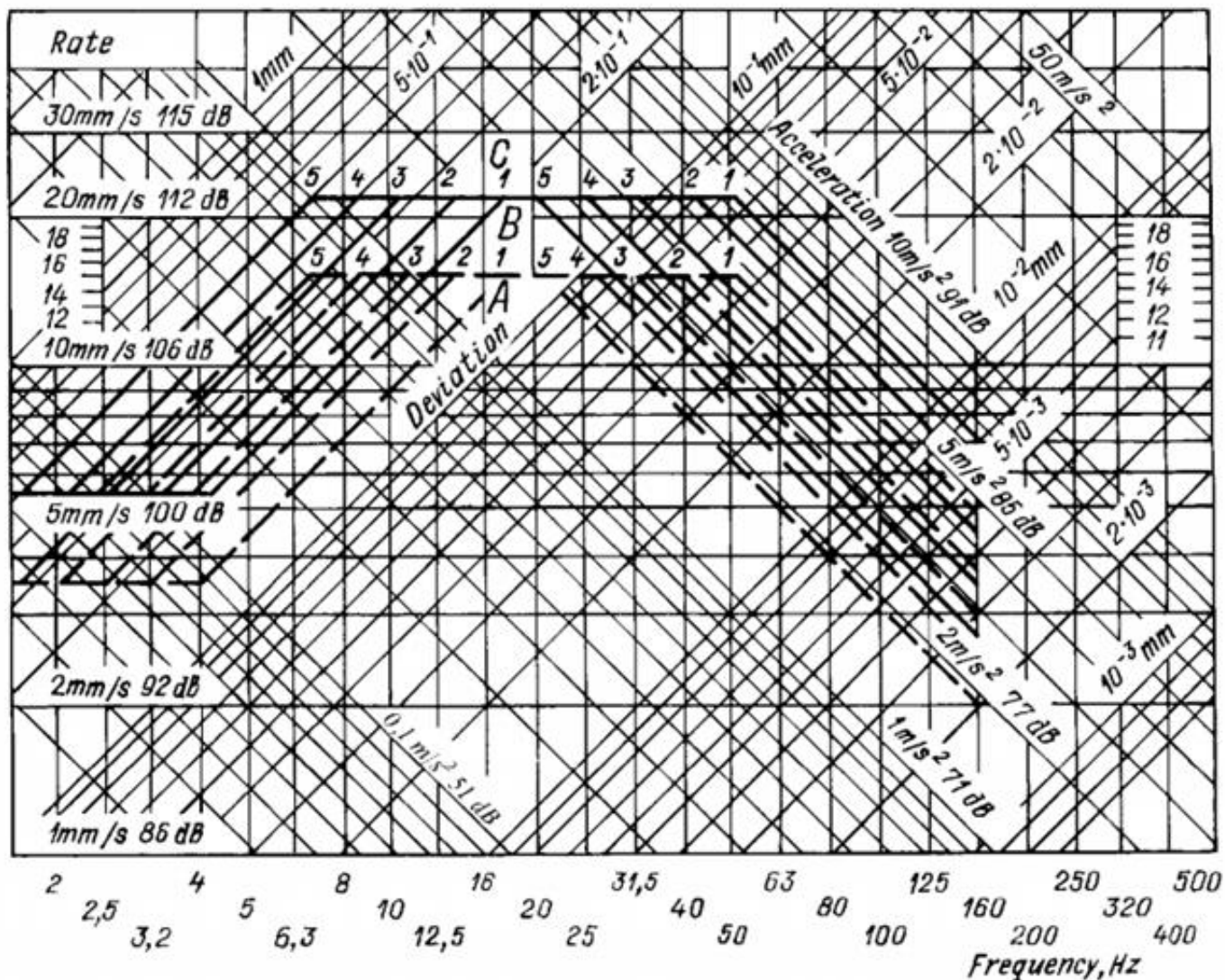
1. Đỗ Đức Lưu (2009). *Động lực học và Chẩn đoán kỹ thuật diesel tàu thủy bằng dao động*. NXB. GTVT. Hà Nội.
2. Đỗ Đức Lưu, Lại Huy Thiện (2015). *Nghiên cứu, xây dựng hệ thống giám sát dao động cho tổ hợp diesel – máy phát điện tàu thủy*. Tạp chí KHCSNNH, số 42.
3. Russian Marine Register. Морской регистр судоходства (2014). *Правила классификации и постройки морских судов. Volume 2.Part VII . (Mục 5 – Đường trục, Shafting)*.
4. Корн Г., Корн Т. (2003). *Справочник по математике для научных работников и инженеров*. «Лань»,– 831 с.
5. MATLAB R2012. Help.
6. [www.NI.com/tutorial/7761/en/](http://www.NI.com/tutorial/7761/en/) . Truy cập 08/03/2016.

## PHỤ LỤC

PL.Bảng 1.1. Tiêu chuẩn dao động cho diesel có hành trình S, cm.

PL. Bảng 1.1. Tiêu chuẩn dao động cho động cơ đốt trong (Bảng 9.3.2 của QPNga, 2014)

Tần số hình học trung bình của dải băng thông 1/3 octav, Hz	Động cơ có hành trình piston, cm																			
	Nhỏ hơn 30				30 đến 70				71 đến 140				141 đến 240				Trên 240			
	Giá trị vận tốc dao động cho phép																			
	Mức A		Mức B		Mức A		Mức B		Mức A		Mức B		Mức A		Mức B		Mức A		Mức B	
	mm/s	dB	mm/s	dB	mm/s	dB	mm/s	dB	mm/s	dB	mm/s	dB	mm/s	dB	mm/s	dB	mm/s	dB	mm/s	dB
1,6	4	98	5,6	101	4	98	5,6	101	4	98	5,6	101	4	98	5,6	101	4	98	5,6	101
2	4	98	5,6	101	4	98	5,6	101	4	98	5,6	101	4	98	5,6	101	4,5	99	6,3	102
2,5	4	98	5,6	101	4	98	5,6	101	4	98	5,6	101	4,6	99	6,3	102	5,6	101	8,0	104
3,2	4	98	5,6	101	4	98	5,6	101	4,5	99	6,3	102	5,6	101	8,0	104	7,1	103	10	106
4	4	98	5,6	101	4	99	6,3	102	5,6	101	8,0	104	7,1	103	10	106	8,9	105	12,5	108
5	4,5	99	6,3	102	4,5	101	8,0	104	7,1	103	10	106	8,9	105	12,5	108	11	107	16	110
6,3	5,6	101	8,0	104	5,6	103	10	106	8,9	105	12,5	108	11	107	16	110	14	109	20	112
8	7,1	103	10	106	7,1	105	12,5	108	11	107	16	110	14	109	20	112	16	110	22	113
10	8,9	105	12,5	108	8,9	107	16	110	14	109	20	112	16	110	22	113	16	110	22	113
12,5	11	107	16	110	11	109	20	112	16	110	22	113	16	110	22	113	16	110	22	113
16	14	109	20	112	14	110	22	113	16	110	22	113	16	110	22	113	16	110	22	113
20	16	110	22	113	16	110	22	113	16	110	22	113	16	110	22	113	16	110	22	113
25	16	110	22	113	16	110	22	113	16	110	22	113	16	110	22	113	12,5	108	18	111
31,5	16	110	22	113	16	110	22	113	16	110	22	113	12,5	108	18	111	10	106	14	109
40	16	110	22	113	16	110	22	113	12,5	108	18	111	10	106	14	109	8	104	11	107
50	16	110	22	113	16	108	18	111	10	106	14	109	8	104	11	107	6,3	102	8,9	105
63	12,5	108	18	111	12,5	106	14	109	8	104	11	107	6,3	102	8,9	105	5	100	7,1	103
80	10	106	14	109	10	104	11	107	6,3	102	8,9	105	5	100	7,1	103	4	98	5,6	101
100	8	104	11	107	8	102	8,9	105	5	100	7,1	103	4	98	5,6	101	3,2	96	4,5	99
125	6,3	102	8,9	105	6,3	100	7,1	103	4	98	5,6	101	3,2	96	4,5	99	2,5	94	3,6	97
160	5	100	7,1	103	5	98	5,6	101	3,2	96	4,5	99	2,5	94	3,6	97	2	92	2,8	95



**PL. Hình 1.1.** Tiêu chuẩn dao động đối với ĐCĐT theo hành trình piston:

1 -dưới 30 cm; 2 - từ 30 - 70 cm; 3 -từ 71 đến 140 cm; 4 - từ 141 đến 240 cm; 5 - trên 240 cm.

— — — — — Giới hạn trên của mức A      ————— Giới hạn trên của mức B

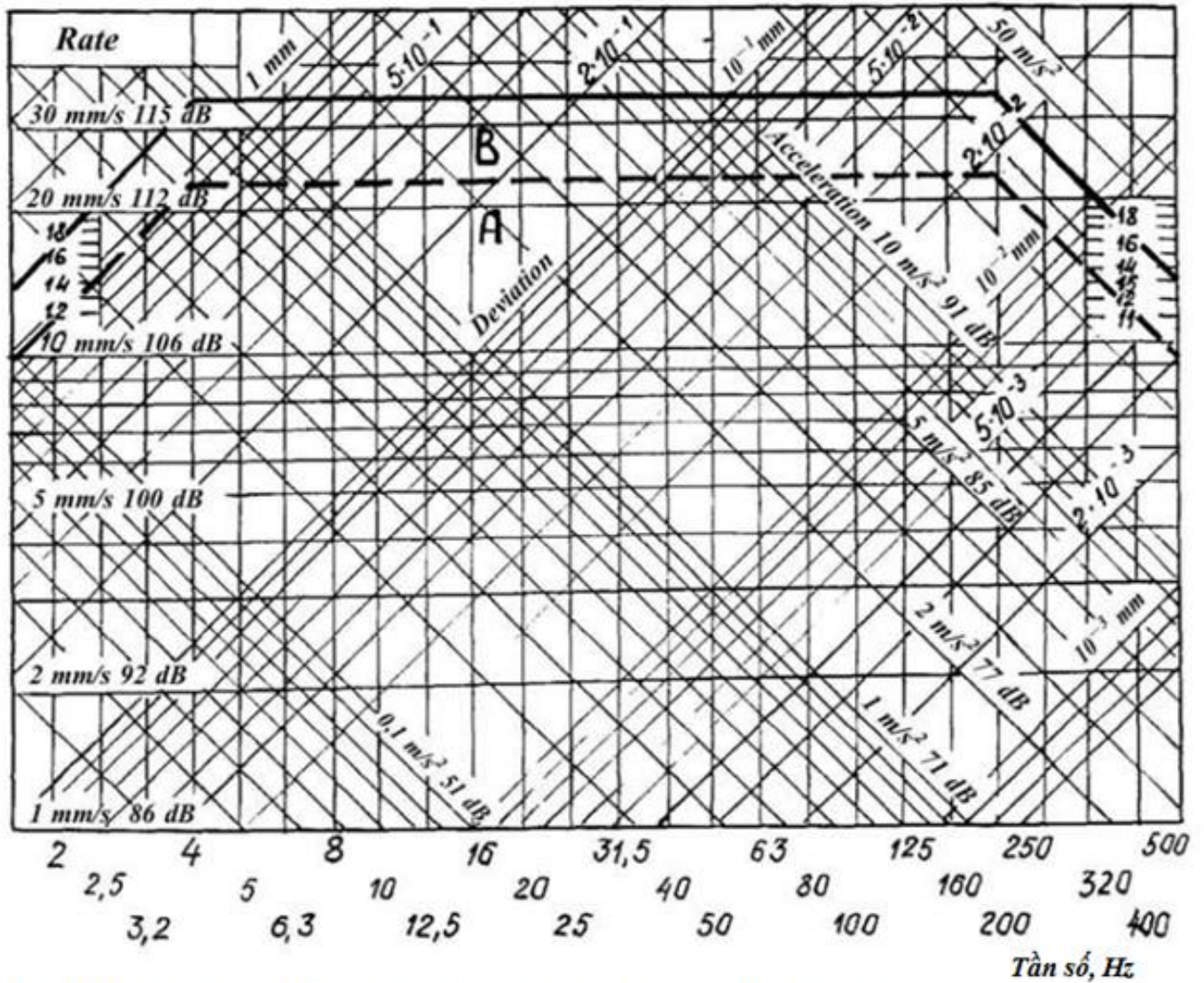
Chú dẫn: Frequency - Tần số; Deviation, Rate, Acceleration - dao động chuyển vị, vận tốc và gia tốc

PL.Bảng 1.2. Tiêu chuẩn dao động TBKX trên diesel.

**PL. Bảng 1.2. Tiêu chuẩn dao động cho TBKX trên ĐCĐT**  
(Bảng 9.3.4 của QP Nga, 2014)

Tần số hình học trung bình của dải băng thông 1/3 octav, Hz	Giá trị vận tốc dao động cho phép			
	Mức A		Mức B	
	mm/s	dB	mm/s	dB
1,6	10	106	14	109
2	12,5	108	16	110
2,5	14	109	20	112
3,2	20	112	25,5	114
4	24	114	34	116
5	24	114	34	116
6,3	24	114	34	116
8	24	114	34	116
10	24	114	34	116
12,5	24	114	34	116
16	24	114	34	116
20	24	114	34	116
25	24	114	34	116
31,5	24	114	34	116
40	24	114	34	116
50	24	114	34	116
63	24	114	34	116
80	24	114	34	116
100	24	114	34	116
125	24	114	34	116
160	24	114	34	116
200	24	114	34	116
250	18	111	26	116
320	14	109	20	112
400	11	107	16	110
500	9	106	13	109





PL.Hình 1.2. Tiêu chuẩn dao động cho Tuabin -Máy nén khí của động cơ đốt trong

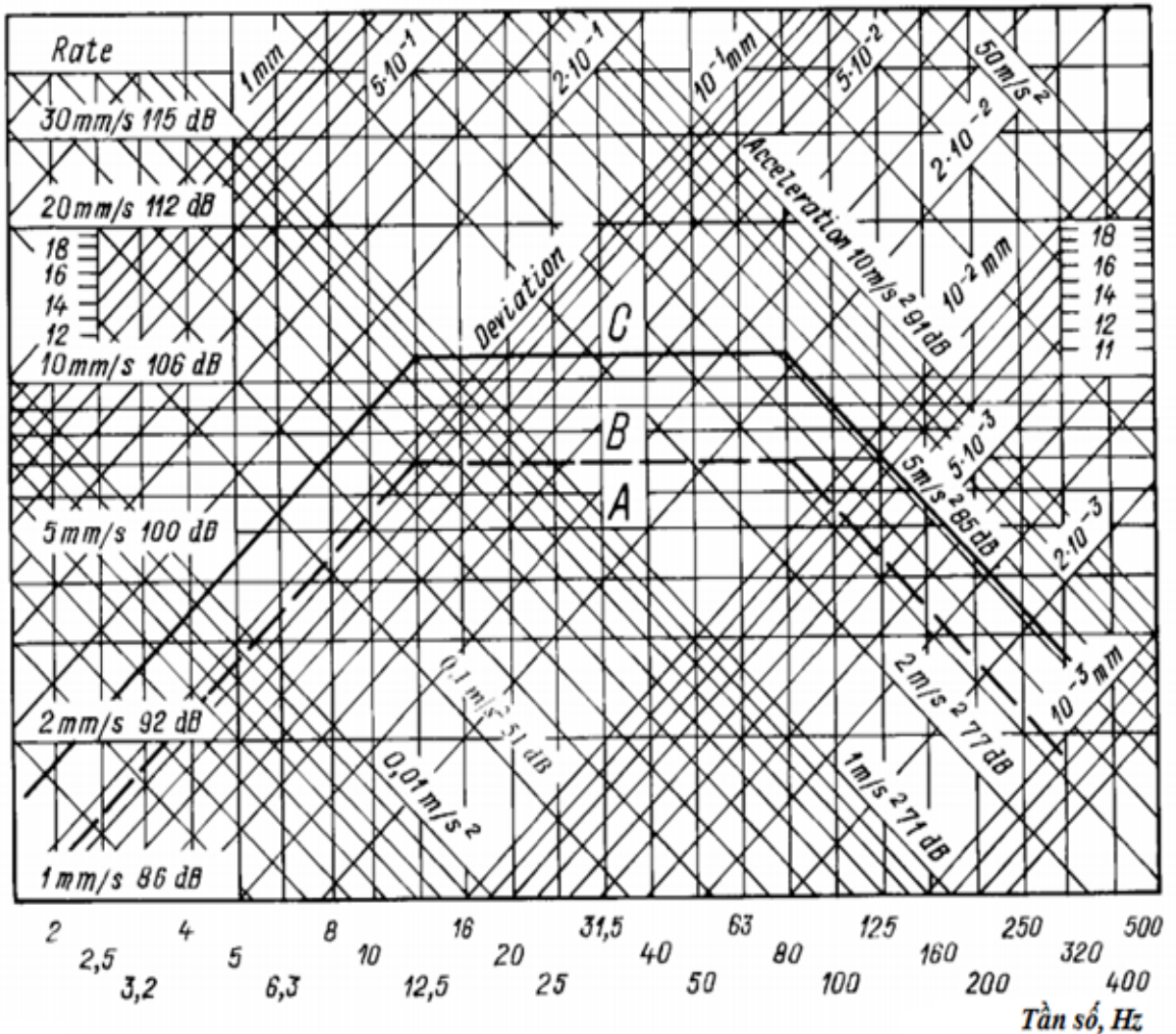
— — — — Giới hạn trên của mức A      ————— Giới hạn trên của mức B

Chú dẫn: Deviation, Rate, Acceleration - rung động chuyển vị, vận tốc và gia tốc

PL.Bảng 1.3. Tiêu chuẩn dao động máy phát điện.

**PL. Bảng 1.3. Tiêu chuẩn dao động cho Generator**  
(Bảng 9.5.4.của QP Nga, 2014)

Tần số hình học trung bình của dải băng thông 1/3 octav, Hz	Giá trị vận tốc dao động cho phép			
	Mức A		Mức B	
	mm/s	dB	mm/s	dB
1,6	1	86	1,6	90
2	1,3	88	1,9	92
2,5	1,5	90	2,4	94
3,2	1,9	92	3	96
4	2,3	93	3,7	97
5	2,9	95	4,6	99
6,3	3,6	97	5,7	101
8	4,5	99	7,1	103
10	5,6	101	8,9	105
12,5	7	103	11	107
16	7	103	11	107
20	7	103	11	107
25	7	103	11	107
31,5	7	103	11	107
40	7	103	11	107
50	7	103	11	107
63	7	103	11	107
80	7	103	11	107
100	5,6	101	8,9	105
125	4,5	99	7,1	103
160	3,6	97	5,7	101
200	2,9	95	4,6	99
250	2,3	93	3,7	97
320	1,9	92	3	96
400	—	—	—	—
500	—	—	—	—

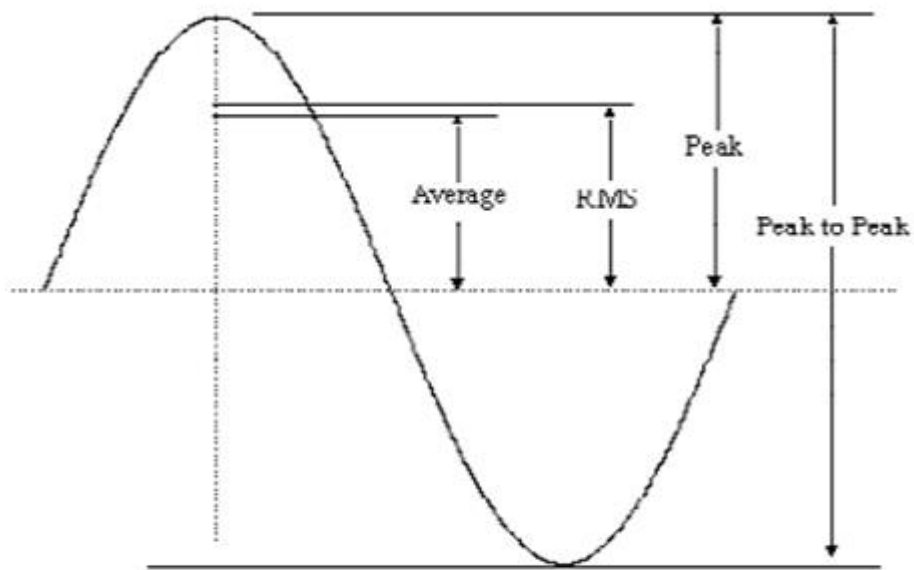


PL. Hình 1.3. Tiêu chuẩn dao động đối với máy phát điện lai bởi động cơ đốt trong

— — — — Giới hạn trên của mức A      ————— Giới hạn trên của mức B

Chú dẫn: Deviation, Rate, Acceleration - rung    động chuyển vị, vận tốc và gia tốc





PL.Hình 1.4 Các thông số của sóng dao động điều hòa

$$\text{Peak} = 1.0$$

$$\text{RMS} = 0.707 \times \text{Peak}$$

$$\text{Average} = 0.637 \times \text{Peak}$$

$$\text{Peak-to-Peak} = 2 \times \text{Peak}$$