

---

**XÂY DỰNG ĐẶC TÍNH ÂM THANH CỦA HỆ ĐỘNG LỰC DIESEL-MÁY PHÁT ĐIỆN 110 KW TẠI PHÒNG THÍ NGHIỆM CỦA VIỆN NGHIÊN CỨU KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ HÀNG HẢI –TRƯỜNG ĐẠI HỌC HÀNG HẢI VIỆT NAM**  
**BUILDING ACOUSTIC FEATURES OF THE 110 KW D-G SET IN THE LAB OF MARITIME RESEARCH INSTITUTE - VIETNAM MARITIME UNIVERSITY**

**ĐỖ ĐỨC LƯU**

*Viện NCKH & CNHH, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam*

**Tóm tắt**

*Bài báo xây dựng đặc tính âm thanh từ tổ hợp D-G 110 kW đặt tại phòng thí nghiệm của Viện Nghiên cứu Khoa học và Công nghệ Hàng hải - Trường ĐHHH Việt Nam. Tín hiệu độ ồn đo tại vòng quay trực 1200 và 1500 vòng/phút, khi các xy lanh làm việc bình thường (Normal) và khi xy lanh số 6 không cháy (Misfire) và lưu trữ trong miền thời gian, được đọc và xử lý trong miền tần số với trọng số A, qua bộ xử lý 1/1- và 1/3-Octave. Các giá trị âm thanh tương đương, trọng số A (giá trị trung bình; các biên độ của phổ tần công suất tính theo 1/1- hoặc 1/3-Octave) được xác định cho từng chế độ thử nghiệm. Các đặc tính âm thanh phổ tần công suất tính theo tần số trung bình 1/1- hoặc 1/3-octave được xây dựng trên cơ sở dữ liệu thu được. Thiết bị đo và phân tích âm thanh (phần cứng và phần mềm) hiện đại được tác giả xây dựng trên cơ sở công nghệ của hãng National Instruments (NI, USA - Phần mềm LabView và phần cứng của hãng). Kết quả ban đầu chỉ ra khả năng sử dụng các đặc tính âm thanh của tổ hợp D-G vào giám sát và chẩn đoán trạng thái kỹ thuật của diesel tàu thủy.*

**Từ khóa:** *Tín hiệu âm thanh, chẩn đoán động cơ diesel bằng rung động âm thanh.*

**Abstract**

*The article built some acoustic features of the working D-G set, placed in the Lab of the Maritime Research Institute –VMU. The sound signals of the working D-G set were measured in the regimes: 1200 and 1500 rpm, when all of the cylinders were working normally and the sixth cylinder was misfiring. The measured sound signal (in the real time) was saved in the \*.tdms files by coded in LabView Virtual Instrument. The saved data of the each experiment regimes was read from the file and was processed in the time and the frequency domains with the weight A, were processed via 1/1- and 1/3 – octave frequencies, that were bases to built acoustic features. The modern acoustic measurement equipment was built on the base of the LabView. The received results in this paper were basically shown that the acoustic features of the D-G set are able to use for Monitoring and Diagnostics of the maritime diesel engines.*

**Keywords:** *Acoustic Signal,ibro-Acoustic diagnostics of diesel engine.*

**1. Đặt vấn đề**

Đo, giám sát mức độ âm thanh trên tàu thủy đã và đang là vấn đề quan tâm từ các nhà đóng tàu, cơ quan Đăng kiểm, chủ tàu cũng như đội ngũ thuyền viên trên tàu vì liên quan trực tiếp đến điều kiện và môi trường làm việc, sinh hoạt của con người trên đó [1, 2]. Tiêu chuẩn mức độ âm thanh tại các khoang làm việc, các phòng sinh hoạt thuyền viên, khi tàu hoạt động đều phải đạt dưới mức độ cho phép tương ứng. Theo tiêu chuẩn đó, khi thử nghiệm đường dài tàu đóng mới cần tiến hành đo mức độ âm thanh tại các không gian quy định. Mức độ âm thanh được đo và kiểm soát bằng thiết bị đo mức độ âm thanh tương đương, quy đổi theo trọng số A hoặc C và có thể đo, xử lý tín hiệu dưới dạng phổ công suất tại các tần số trung bình 1/1- hoặc 1/3 –Octave.

Đáp ứng mục tiêu nghiên cứu chế tạo thiết bị đo âm thanh hiện đại tại Việt Nam, đề tài KHCN cấp bộ, Bộ GTVT năm 2016, các tác giả [1] đã chế tạo thành công thiết bị đo và xử lý tín hiệu âm thanh, thỏa mãn yêu cầu của QCVN 80:2014/BGTVT. Thiết bị đã được chế tạo tại trường ĐHHH Việt Nam dùng để đo âm thanh (Sound Level Meter -01, SLM-01) với phiên bản đầu tiên có đầy đủ chức năng đo, lưu trữ dữ liệu dưới dạng giá trị trung bình trọng số A và C, dãy phổ tần công suất âm thanh tại các giá trị tần số trung bình 1/1- và 1/3-Octave. Với kết quả đo và xử lý tín hiệu, hiển thị nhanh kết quả đo và xử lý, lưu trữ dữ liệu của SLM-01, chúng ta có thể kiểm soát được mức độ ồn tại các không gian đo theo QCVN.

Giám sát và chẩn đoán trạng thái kỹ thuật (Monitoring and Diagnostics, MD) là bài toán kỹ thuật quan trọng được các nhà nghiên cứu, các cơ quan chuyên môn trong nước và quốc tế (Đăng kiểm: IACS và VR,...), các chủ tàu cũng như sĩ quan quản lý máy tàu biển quan tâm, sử dụng để đảm bảo an toàn, nâng cao hiệu quả khai thác hệ động lực tàu biển. MD bằng phương pháp rung động đã và đang là phương pháp hiện đại, được nghiên cứu ứng dụng vào khai thác thực tế trên

nhieu tàu biển. Đo rung động cần có các sensors gắn trực tiếp trên các chi tiết của đối tượng, trong khi đó đo âm thanh chỉ cần sensor đo âm thanh (Microphone) đặt cách xa máy. Do vậy nếu phát triển được thiết bị đo âm thanh từ SLM-01 để thực hiện cho MD thì đó là ưu điểm vượt trội của phương pháp và thiết bị DM bằng âm thanh (Monitoring and Diagnostics by Acoustic Methods, AMD) trước phương pháp và thiết bị DM bằng rung động (Monitoring and Diagnostics by Vibration Methods, VMD). Để thực hiện nhiệm vụ AMD chúng ta cần nghiên cứu xây dựng các đặc tính của âm thanh do máy công tác sinh ra. Trong bài báo này, tác giả sẽ xây dựng các đặc tính âm thanh của tổ hợp D-G 110 kW tại phòng thí nghiệm (PTN) Viện Nghiên cứu Khoa học và Công nghệ Hàng hải (Maritime Research Institute, MRI) thuộc Trường Đại học Hàng hải Việt Nam (VMU).

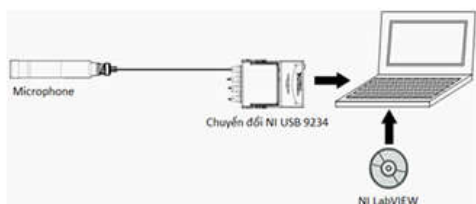
## 2. Thực nghiệm đo và xử lý tín hiệu âm thanh trên D-G 110 kW

Để xây dựng các đặc tính âm thanh cho giám sát và chẩn đoán (Acoustic Features for ADM, AF- ADM) D-G 110 kW chúng ta cần triển khai đo, hiển thị nhanh kết quả (để kiểm tra tín hiệu đo), lưu trữ kết quả đo ở miền thời gian thực trong file mềm trên máy tính, đọc dữ liệu đo từ file mềm, xử lý trong miền thời gian thực và tần số, xây dựng đặc tính và lưu trữ kết quả thu được.

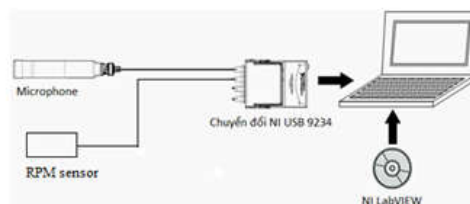
### 2.2.1 Hệ thống đo, xử lý âm thanh

**Đo và lưu trữ dữ liệu.** Đo và lưu trữ dữ liệu sao cho lượng tín hiệu âm thanh thu được đủ lớn để xử lý chúng sau này. Khi đo cần kiểm soát được chất lượng đo và lưu trữ chúng tương ứng với điều kiện: D-G làm việc có ổn định, chế độ vòng quay, trạng thái làm việc của các xy lanh trong diesel, chế độ tải của máy phát điện, số lượng mẫu cần trích đo. Việc kiểm soát thông qua hiển thị nhanh trên màn hình các thông tin tương ứng. Trên màn hình có thông tin về lượng mẫu cần lưu lại, địa chỉ và định dạng dữ liệu lưu lại. Phần mềm con (SubVI) lưu dữ liệu được tác giả lập trình trên LabView trên cơ sở phát triển phần mềm đo và lưu trữ dữ liệu của thiết bị đo âm thanh SLM-01. Phần cứng dùng để đo dữ liệu âm thanh chính là phần cứng của thiết bị SLM-01, song chỉ dùng 01 kênh đo âm thanh bằng Microphone hiện đại, độ chính xác cao G.R.A.S Type 40PP [2]. Thiết bị đo âm thanh dùng cho xây dựng AF- AMD được chỉ ra trên hình 1, gồm Microphone, bộ chuyển đổi dữ liệu (DAQ) NI USB 9234 và CPU (máy tính xách tay) có cài đặt phần mềm (đo, hiển thị nhanh, lưu trữ, đọc, xử lý và xây dựng AF- AMD, lưu trữ kết quả xử lý). Tác giả xây dựng phần mềm này trên cơ sở LabView và gói phần mềm rung động âm thanh (SVT, sound and Vibration Toolkit) của NI.

Đặc điểm cơ bản của DAQ NI USB 9234 là khả năng trích mẫu với tần số trích mẫu cực đại  $F_s = 51.2 \text{ kS/s}$  (51200 mẫu /giây/ 1 kênh đo). Áp dụng cho quá trình đo (lập trình thu thập dữ liệu) đối với D-G ở tốc độ vòng quay  $N=1500 \text{ rpm}$  (vòng/phút), động cơ 4 kỳ có 6 xy lanh, trong 1 chu kỳ làm việc cần 2 vòng quay, giả sử 1024 mẫu/một vòng quay): 1 chu kỳ làm việc của động cơ cần đo một thời gian:  $T_{wc} = 2048/51200 = 39.336E-3 \text{ (s, giây)}$ . Ngược lại số chu kỳ công tác của động cơ trong thời gian 1 giây trích mẫu  $K_{wc1} = 51200/2048 = 25.4 \text{ (chu kỳ)}$ . Như vậy khi thiết lập cấu hình đo  $F_s$  (Hz), thời gian trích mẫu  $T_s$  (s) cần phải đủ lớn để có được dãy tín hiệu mang đủ lượng thông tin cho bài toán giám sát và chẩn đoán. Giả thiết chuỗi tín hiệu  $X_1$  có độ dài bằng  $k$  lần chuỗi tín hiệu  $X_2$  tương ứng với một chu kỳ làm việc, thì kết quả phân tích FFT( $X_1$ ) và FFT( $X_2$ ) là giống nhau. Tín hiệu  $X_1$  và  $X_2$  được gọi là tín hiệu chu kỳ. Trong ví dụ xét, ta có thể đo và lưu trữ một dãy tín hiệu âm thanh cho VMD bằng hoặc lớn hơn 2048 mẫu (bằng 39.336 ms). Tuy nhiên trong thực tế vòng quay khai thác tại thời điểm đo âm thanh có thể thay đổi, do vậy chúng ta có thể lưu trữ một dãy dữ liệu đủ lớn trong một số chu kỳ ( $k \geq 2$ ) để cho đọc và xử lý tín hiệu sau này, ví dụ ghi chuỗi dữ liệu với độ dài bằng độ dài trong 1 giây đo (bằng 51200 S).



Hình 1 Sơ đồ nguyên lý kênh đo âm thanh



Hình 2 Sơ đồ nguyên lý hệ thống đo và xử lý âm thanh cho xây dựng AF-AMD

Để có được kết quả tính FFT chính xác cho tín hiệu âm thanh đo được trong một hoặc một số chu kỳ (lập lại một số chu kỳ), chúng ta cần xác định chính xác vận tốc quay khai thác thực tế của động cơ khi đo, vì nếu tín hiệu vào khác tín hiệu chu kỳ, dài hơn hoặc ngắn hơn tín hiệu của chu kỳ thì kết quả tính FFT đưa ra có sai số lớn. Khi nghiên cứu sai số trích mẫu ảnh hưởng tới

kết quả phân tích FFT, các tác giả trong [3] đã chỉ ra sự cần thiết phải có thông tin chính xác về vận tốc quay của động cơ khi đo và phân tích dao động xoắn trên hệ trục. Như vậy, để có được cơ sở phân tích âm thanh chính xác, trên hệ thống đo âm thanh D-G 110 kW cần có thêm kênh đo vòng quay trung bình của động cơ. Như vậy, sơ đồ nguyên lý cấu tạo hệ thống đo, giám sát và chẩn đoán bằng âm thanh cho D-G (AMMDS, Acoustic System for Monitoring and Diagnostics of D-G) gồm 02 kênh đo âm thanh và vòng quay trung bình. Hệ thống này được chỉ ra trên Hình 2.

Mô đun phần mềm lưu trữ dữ liệu được xây dựng để tự động đặt tên file và đường dẫn tới thư mục lưu trữ. File dữ liệu lưu trữ với định dạng \*.tdms trong LabView. Dữ liệu lưu trữ được điều khiển theo độ lớn (dung lượng) của file hoặc theo thời gian trích mẫu.

**Đọc dữ liệu từ file lưu trữ và xử lý tín hiệu âm thanh cho xây dựng AF-AMD.**

Đọc dữ liệu từ file lưu trữ và hiển thị dữ liệu từ file đọc để kiểm tra tín hiệu đã lưu trữ. Xử lý tín hiệu âm thanh cho mục đích xây dựng AF-AMD được triển khai trong miền thời gian và miền tần số (qua lọc trọng số A) và bộ xử lý Octave (1/1- hoặc 1/3 –Octave). Khi thực hiện các bài toán trên, tác giả lập trình phần mềm tính trên LabView và sử dụng các công cụ có sẵn trong SVT.

**2.2.2 Thực nghiệm đo và lưu trữ các tín hiệu đo**

Thí nghiệm được triển khai trên tổ hợp D-G 110 kW đặt tại PTN của MRI –VMU. Sơ đồ nguyên lý tổ hợp với hệ thống tải là nguồn 3 pha kết nối với bể thử tải nước được thể hiện trên Hình 3. Tải đối với máy phát điện được điều chỉnh theo cường độ dòng điện I (A). Trong thử nghiệm, khi không tải I=0 A, còn khi có tải I được điều chỉnh tại hai giá trị I=50A và I=100 A.

Phần động cơ diesel, điều chỉnh vòng quay trong thử nghiệm qua thanh răng nhiên liệu để duy trì vòng quay ổn định ở các chế độ tải khác nhau. Vòng quay được điều chỉnh ở các chế độ N=1200 rpm và 1500 rpm. Trong thử nghiệm, điều khiển trạng thái hoạt động của động cơ khi tắt cả các xy lanh làm việc bình thường (Normal) và khi xy lanh số 6 không cấp nhiên liệu (Misfire).

Tín hiệu âm thanh và tín hiệu vòng quay được đo và lưu trữ trong file mềm, dưới dạng \*.tdms. Hai tín hiệu này được đo và lưu trữ bằng hệ thống đo, giám sát và chẩn đoán AMMDS do tác giả xây dựng, đã được giới thiệu tại mục 2.2.1 và thể hiện trên Hình 2. Kết quả đo tại các chế độ thử nghiệm được chỉ ra tại thư mục và tên files tương ứng.

**2.2.3 Xử lý các tín hiệu đo và lưu trữ kết quả**

Các files dữ liệu ở từng chế độ đo được đọc và tiến hành xử lý các tín hiệu cho mục đích AMD. Tín hiệu pha được xử lý để xác định tốc độ quay của đường trục. Trên cơ sở giá trị tốc độ quay của trục đo xác định đoạn trích mẫu cần thiết để chọn cho xử lý chính xác tín hiệu âm thanh trong miền thời gian cũng như miền tần số.

Giả thiết vận tốc quay trục N(rpm) với tần số trích mẫu cực đại Fs= 51.200 S/s. Như vậy số mẫu trong một chu kỳ công tác động cơ 4 kỳ #Swc(k) (dùng trong PTN của MRI) được xác định: #Swc(k) = [120\*Fs\*k/ N], với [X] là phần nguyên của X; k –số chu kỳ. Số lượng mẫu tính cho 1 chu kỳ công tác của diesel 4 kỳ tương ứng với vòng quay N được thể hiện trên Bảng 1 dưới đây.

**Bảng 1. Số lượng mẫu trích cho chu kỳ công tác của diesel 4 kỳ**

N(rpm)	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1520	1550	k
Fs(Hz)	51.200	51.200	51.200	51.200	51.200	51.200	51.200	51.200	
#S(k=1)	6.144	5.585	5.120	4.726	4.389	4.096	4.042	3.964	1
#S(k=20)	122.880	111.709	102.400	94.523	87.771	81.920	80.842	79.277	20
#S(k=30)	184.320	167.564	153.600	141.785	131.657	122.880	121.263	118.916	30
#S(k=50)	307.200	279.273	256.000	236.308	219.429	204.800	202.105	198.194	50
#S(k=60)	368.640	335.127	307.200	283.569	263.314	245.760	242.526	237.832	60

Tín hiệu âm thanh được trích một đoạn có độ dài #Swc(k) mẫu và đưa vào xử lý tín hiệu trong miền thời gian và tần số theo công thức toán học sau đây [1].

$$L_{Aeq,T} = 10 \log_{10} \frac{1}{T} \int_0^T \frac{p_a(t)^2}{p_0^2} dt \tag{1}$$

Trong đó: T: thời gian đo; p<sub>a</sub>(t): áp suất âm thanh tức thời trọng số A; p<sub>0</sub> = 20 μPa  
 Một bộ lọc full Octave có tần số chính giữa là f<sub>c</sub> (Hz), tần số dưới và trên được xác định:

$$[f_L, f_H]_{(1/1)O} = [0,707; 1,414] f_c = [1/\sqrt{2}, \sqrt{2}] f_c \tag{2}$$

Một dải 1/3 Octave có bề rộng bằng 1/3 dải Octave, có tần số trung tâm  $f_c$ , (Hz), tần số dưới và trên được xác định:

$$[f_L, f_H]_{1/3} O. = [0,902; 1,138] f_c \quad (3)$$

Lập trình trong Lab View có sử dụng SVT rất thuận tiện và nhanh chóng. Kết quả xử lý âm thanh tại một số chế độ thử nghiệm được thể hiện trong Bảng 2, 3, và 4.

**Bảng 2. Kết quả xử lý âm thanh D-G 110 kW, quy đổi trọng số A, mức trung bình**

Chế độ	N1200-I000-A	N1500 -I50-A	N1500 -I50-C	N1500 -I100-A	N1500 -I100-C
$L_{A,eq}$ (dB)	110,67	115,66	115,40	115,88	115,49

Trong các bảng kết quả nêu trên, ký hiệu N1.200 hay 1.500 là chế độ vòng quay 1.200 hay 1500 rpm, còn I000, I050, I100 - cường độ dòng điện 0, 50 hay 100A. Ký hiệu A hay C - thể hiện Normal hay Misfire (ngắt nhiên liệu vào xy lanh, không cháy) ở xy lanh số 6, Diff - độ khác biệt giữa kết quả khi xét âm thanh trong hai trạng thái Normal và Misfire.

**Bảng 3. Kết quả xử lý âm thanh D-G 110 kW, Trọng số A, 1/1-Octave**

STT Oct. TB	Freq. TB	Power Band (dB)					Differences	
	(Hz)	N1200- I000-A	N1500- I050-A	N1500- I050-C	N1500- I100-A	N1500- I100-C	N1500- I050-Diff	N1500- I100-Diff
1	16	49,8	43,1	44	43,7	42,6	-2,05%	2,52%
2	31,5	59,3	62,4	61	60,7	59,8	2,30%	1,48%
3	63	77,7	82,5	81	80,2	80,2	1,85%	0,00%
4	125	91,8	94,7	94	94,2	93,9	0,74%	0,32%
5	250	99,4	103,5	101	101,0	100,7	2,48%	0,30%
6	500	102,4	104,3	105	105,8	107,9	-0,67%	-1,98%
7	1000	106,0	108,3	110	111,2	111,6	-1,55%	-0,36%
8	2000	105,5	110,4	111	111,2	111,1	-0,54%	0,09%
9	4000	99,9	108,5	106	106,5	106,9	2,36%	-0,38%
10	8000	94,4	108,0	103	103,9	104,0	4,85%	-0,10%
11	16000	84,9	97,6	93	93,2	93,3	4,95%	-0,11%

**Bảng 4. Kết quả xử lý âm thanh D-G 110 kW, Trọng số A, 1/3-Octave**

STT Oct. TB	Freq. TB	Power Band (dB)					Differences	
	(Hz)	N1200- I000-A	N1500- I050-A	N1500- I050-C	N1500- I100-A	N1500- I100-C	N1500- I050-Diff	N1500- I100-Diff
1	20	50,0	40,1	41,0	40,9	36,9	-2,24%	9,78%
2	25	40,6	54,0	54,5	54,5	52,6	-0,93%	3,49%
3	31,5	52,8	50,0	50,8	50,6	45,3	-1,60%	10,47%
4	40	58,1	60,6	59,0	58,5	52,5	2,64%	10,26%
5	50	58,0	69,6	64,7	64,9	65,5	7,04%	-0,92%
6	63	69,1	72,2	69,7	69,8	68,9	3,46%	1,29%
7	80	76,7	81,9	80,4	79,7	79,6	1,83%	0,13%
8	100	80,9	77,5	76,4	76,7	75,9	1,42%	1,04%
9	125	88,7	86,9	86,6	86,8	86,2	0,35%	0,69%
10	160	87,6	94,1	93,6	93,3	92,4	0,53%	0,96%
11	200	88,3	92,1	91,5	91,9	91,5	0,65%	0,44%

12	250	92,8	101,1	97,8	96,8	96,9	3,26%	-0,10%
13	315	97,4	98,8	98,1	97,9	96,2	0,71%	1,74%
14	400	98,1	97,0	95,6	95,4	96,2	1,44%	-0,84%
15	500	95,3	99,8	101,7	102,7	102,4	-1,90%	0,29%
16	630	99,6	101,1	102,0	101,9	103,2	-0,89%	-1,28%
17	800	100,3	102,9	104,1	104,0	104,5	-1,17%	-0,48%
18	1000	100,4	102,6	103,9	104,3	105,1	-1,27%	-0,77%
19	1250	102,7	104,8	108,0	109,2	109,2	-3,05%	0,00%
20	1600	101,2	104,3	106,6	106,9	106,6	-2,21%	0,28%
21	2000	100,3	104,9	104,6	105,2	104,7	0,29%	0,48%
22	2500	100,7	107,3	106,5	106,7	106,4	0,75%	0,28%
23	3150	95,8	104,1	102,0	102,7	103,5	2,02%	-0,78%
24	4000	95,1	102,5	100,2	99,9	100,1	2,24%	-0,20%
25	5000	93,5	104,2	101,2	101,7	101,0	2,88%	0,69%
26	6300	91,6	103,2	101,1	101,6	101,8	2,03%	-0,20%
27	8000	89,2	104,2	98,4	98,6	98,4	5,57%	0,20%
28	10000	87,0	102,0	94,2	94,5	94,6	7,65%	-0,11%
29	12500	83,4	95,2	91,4	91,9	92,2	3,99%	-0,33%
30	16000	77,0	89,4	84,7	85,2	85,1	5,26%	0,12%
31	20000	66,1	78,8	74,0	74,5	74,6	6,09%	-0,13%

Đặc tính âm thanh của tổ hợp D-G biểu thị bằng đồ thị mức độ âm thanh (công suất) theo các giá trị trung bình tần số octave (trường hợp 1/1- và 1/3-octave), trên Hình 3(a và b). Độ chênh lệch mức độ âm thanh công suất tại các tần số trung bình 1/1-octave và 1/3-octave giữa hai chế độ Normal và Misfire biểu thị trên Hình 3 (c và d).

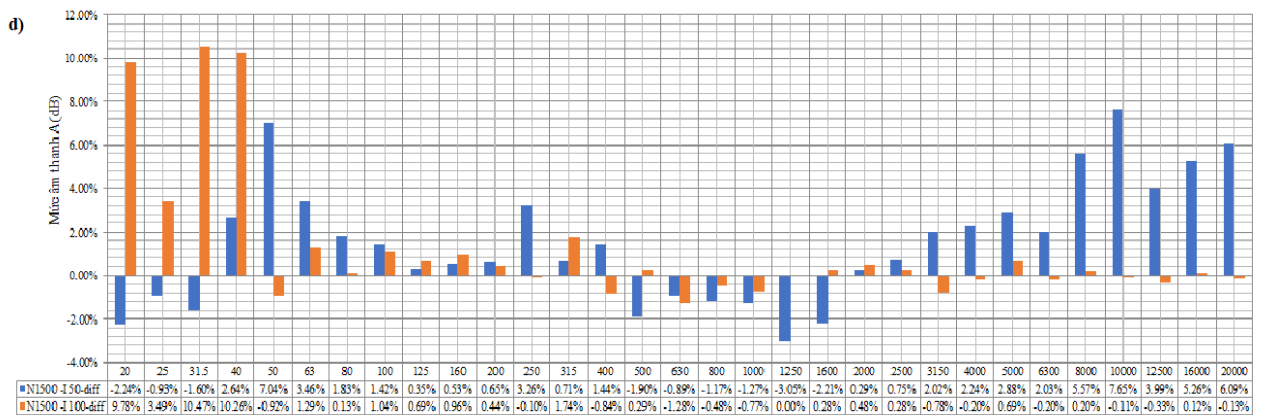
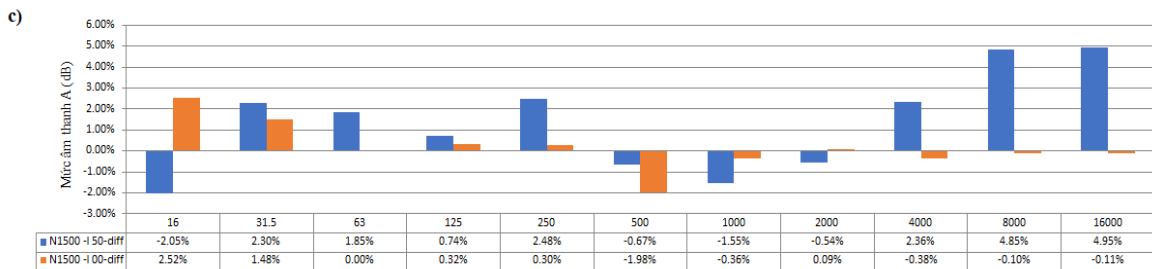
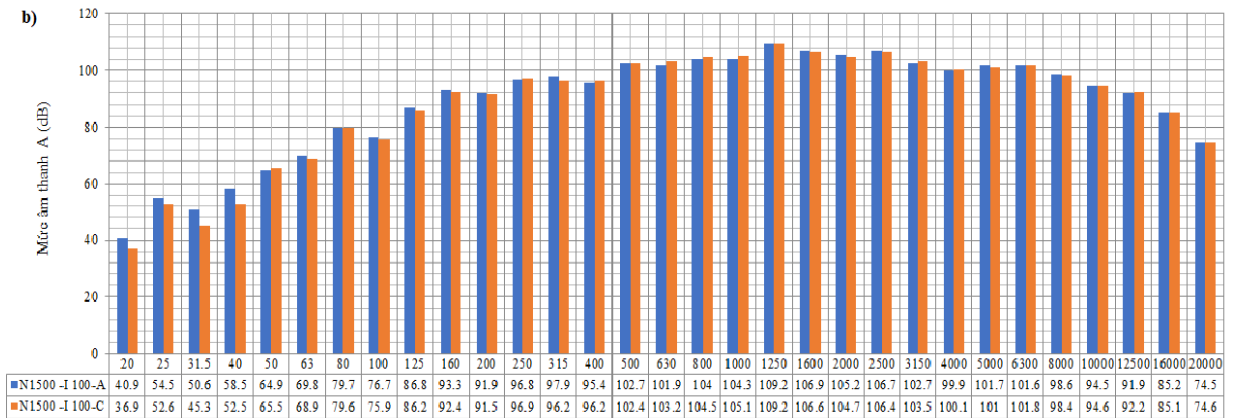
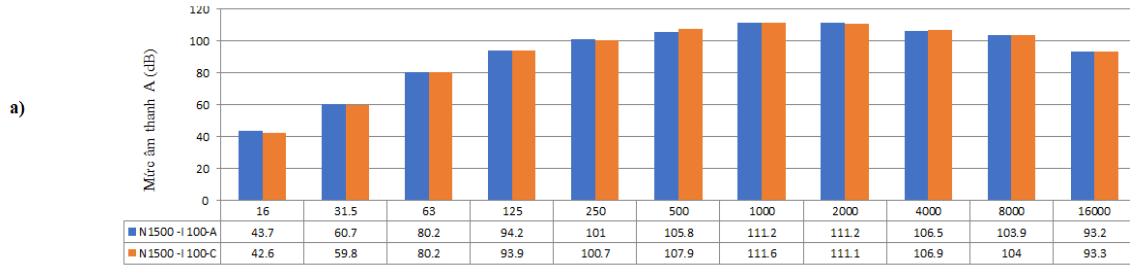
### 3. Kết quả và bàn luận

- Tại Bảng 2 ta thấy tính quy luật của mức độ âm thanh trung bình tương đương, trọng số A,  $L_{Aeq}(T)$  tăng theo vòng quay khai thác của hệ động lực, cụ thể là tăng từ 110 dB đến 115 dB khi vòng quay tăng từ 1200 lên 1500 vòng/phút. Khi ngắt xy lanh số 6 (MISFIRE), mức độ âm thanh nhỏ hơn so với khi cả 6 xy lanh hoạt động bình thường (NORMAL) ở cùng chế độ, ví dụ xét cho chế độ N1500 I100A và N1500I100C. Kết quả phù hợp với quy luật vật lý trong tự nhiên: mỗi một xy lanh khi làm việc do quá trình cháy trong xy lanh là nguồn gây ra tiếng ồn lớn, bổ sung vào không gian buồng máy.

- Mức độ âm thanh công suất tại các thành phần octave (Power Band) có sự khác biệt giữa các chế độ NORMAL và MISFIRE. Độ lệch giữa biên độ công suất âm thanh xét cùng một chế độ vòng quay và khi động cơ hoạt động NORMAL/MISFIRE biểu diễn theo tần số 1/3-Octave lớn hơn khi biểu diễn theo tần số 1/1-Octave, (Hình 3 và 4). Ví dụ xét trường hợp N1500 rpm, độ lệch công suất âm thanh trong biến đổi 1/3-octave giữa hai chế độ Normal và chế độ Misfire là 10% tại các tần số dưới 50 Hz hoặc trên 8 kHz, còn trong 1/1- octave - dưới 4% tại các tần số trên 8 kHz.

### 4. Kết luận

Đặc tính âm thanh tổ hợp D-G 110 kW được xây dựng trong điều kiện PTN động cơ của Viện NCKH&CNHH bằng thiết bị đo và phân tích độ ồn SLM01 - VMU kết hợp với thiết bị đo pha xác định số lượng mẫu cần sử dụng trong xử lý FFT cho tín hiệu thu được. Đặc tính âm thanh biểu thị mối quan hệ giữa mức độ âm thanh công suất (dB) trọng số A theo tần số trung bình của bộ lọc Octave trong dải tần (20-20000) Hz tại các chế độ thí nghiệm đã chỉ ra khả năng giám sát và chẩn đoán trạng thái kỹ thuật của động cơ diesel trong tổ hợp D-G theo các dấu hiệu chẩn đoán âm thanh ở vùng tần số (20 -50) Hz hoặc trên 8 kHz.



**Hình 3. Đồ thị âm thanh (dB) tổ hợp D-G 110 kW ở các chế độ thử nghiệm**

a – Theo trọng số A, 1-1 Octave, N1500 rpm, I=100 A, chế độ Normal và Misfire

b – Theo trọng số A, 1-3 Octave, N1500 rpm, I=100 A, chế độ Normal và Misfire

c – Theo trọng số A, 1-1 Octave, N1500 rpm, I=100 A, so sánh giữa chế độ Normal và Misfire

d – Theo trọng số A, 1-3 Octave, N1500 rpm, I=100 A, so sánh giữa chế độ Normal và Misfire

---

## **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1] QCVN 80: 2014/BGTVT: Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về kiểm soát tiếng ồn trên tàu biển.
- [2] Đề tài NCKH Bộ GTVT “*Nghiên cứu, xây dựng hệ thống đo, kiểm tra, đánh giá độ ồn cho tàu thủy hiện đại theo QCVN 80: 2014/BGTVT*”, Mã số: DT164003 thực hiện tại Trường ĐHHH Việt Nam, PGS. TSKH. Đỗ Đức Lưu làm chủ nhiệm, 2016.
- [3] Đỗ Đức Lưu và các tg, “*Nghiên cứu mô phỏng sai số trong đo và xử lý tín hiệu mô men xoắn trên hệ trục chính diesel tàu thủy*”. Kỷ yếu Hội nghị Quốc tế KHCN Hàng hải 2016. ISBN: 978 - 604 -937 -127-1. Phân ban CKĐL. Trang 61-68, 2016.

---

Ngày nhận bài: 19/4/2018

Ngày nhận bản sửa: 20/5/2018

Ngày duyệt đăng: 23/5/2018