

NOISE CHARACTERISTICS OF THE SOUND SIGNALING DEVICE OF A ROAD VEHICLE²¹

Assist. Prof. Nikolay Kovachev, PhD

Department of Heat, Hydraulics and Environmental Engineering,

“Angel Kanchev” University of Ruse

Phone: +359 82 888 498

E-mail: nkovachev@uni-ruse.bg

Abstract: The paper presents a methodology for measuring the noise emitted by the sound signaling device of a road vehicle. For 5 seconds, a recording of the noise, emitted by several types of cars with different performance with switched on sound device, was carried out. A-weighted sound pressure level of a device is analysed and spectral analysis of noise in octave bands, as noise dynamics. A longer measurement of the sound pressure level is made for a selected car and analyzed statistically. Dependencies are obtained that show the noise hazard of excessive exposure to noise with these parameters and prescriptions are given to limit the use of sound signaling.

Keywords: noise, sound signaling device, spectral noise distribution, octave bands,

ВЪВЕДЕНИЕ

Емитирането на шум освен негативни последици, дефинирани като шумово замърсяване (BNS 14478:1982; Kovachev N, Manev P and Vladimirov L 2012) и носещи рискове за здравето и комуникациите в социална среда, има и редица приложения, които определят потенциалните му възможности за носител на важна информация относно надеждността на системите и избягване на рискове (Ising, H, W. Babisch, B. Kruppa. 1991).

В работата е извършен анализ на шума, емитиран от устройствата за звукова сигнализация на няколко автомобила. Автомобилният клаксон се използва в редица случаи, като основната му роля е да предотврати възникването на рискови взаимодействия. Оказва се, че въпреки сходните ситуации, в които различните автомобили използват звукова сигнализация, съставът на емитирания шум има различни показатели и е в широки граници. Теническите спецификации и изискванията към този тип устройства са стандартизирани (ISO 512:1979/Cor 1:1995), но са неясни изискванията към тях в условия на реално приложение, амортизацията на автомобила, промяната в климатичните и пътните условия, което налага извършването на редица изследвания за оценка на тези колебания. В наредбите са поставени изисквания, които имат отношение към превишаването на нивата на шум, без да са засегнати потенциалните възможности за реакция под въздействие на шум с определен състав и нива (НАРЕДБА № 12 от 27.12.2004)

ИЗЛОЖЕНИЕ

Цел и задачи на работата

Целта на работата е да се направи оценка на характеристиките на шума, емитиран от устройство за звукова сигнализация на пътно превозно средство.

Задачите, които следва да бъдат решени са следните:

- определяне на характеристиките на шума, които ще бъдат оценени;
- определяне на точката на извършване на измерването;
- провеждане на експериментално измерване;
- прехвърляне на данните в изчислително устройство и анализ на получените резултати;

²¹ Докладът е представен на Научната сесия на Секция „Екология и опазване на околната среда“ на 27 октомври 2023 г. с оригинално заглавие на български език: ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ШУМА, ЕМИТИРАН ОТ УСТРОЙСТВО ЗА ЗВУКОВА СИГНАЛИЗАЦИЯ НА ПЪТНО ПРЕВОЗНО СРЕДСТВО

Обект на изследването е шумът от устройствата за звукова сигнализация на няколко автомобила, описани в табл. 1.

Таблица 1. Някои параметри на изследваните пътни превозни средства

№	Марка, модел	Обем двигател, l	Мощност, hp	Вид гориво	Година на производство
1	Nissan Note	1,4	88	Бензин	2008
2	VW Passat	1,6	101	Бензин	1995
3	VW Sharan	2.0	115	Дизел	2011
4	Hyundai Galloper	2.5	105	Дизел	1999
5	Subaru Impreza	2.0	115	Бензин/LPG	1994

Методика

Методиката за извършване на изпитванията включва следните стъпки:

- Определяне на параметрите на изследвания шум и продължителността на измерването;
- Определяне на точката на изследване и разполагане на шумомера;
- Провеждане на експериментално изследване;
- Анализ на получените резултати.

Параметрите на шума, който е изследван са ниво на звуково налягане по скала А на шумомера и ниво на звуково налягане в отделните октавни честотни ленти. Избрана е продължителност на всяко измерване 5 s. Причината е в спецификата на изследването, и въздействието на шума върху чувствителните жилищни зони в периметъра на излъчване на опасен шум.

Точката на изследване съгласно стандартите за измерване на шума е избрана да е на височина 1,2 m от земната повърхност и на 1 m от контура на изследвания автомобил. Използван е шумомер от клас 1, SVANTEK 971 (Фигура 2). При стартиране на устройството за звукова сигнализация, се включва шумомера, който извършва запис в продължение на 5 секунди, като за всяка секунда се генерира по един ред стойности, посочени в Таблица 2. Данните се съхраняват в устройството, което позволява по-късно да бъдат свалени и обработени числено (Everest, F., K. Pohlmann. 2001).

Избраните за измерване автомобили са посочени в Таблица 1.

За обработка на данните е използван софтуерен продукт SVAN++, с чиято помощ е извършен спектрален анализ и са получени стойностите в отделните октавни честотни ленти, както и в отделните скали (Hassall, J.R., K. Zaveri. 1988). Тъй като е определена скала А, която съответства на хигиенните свойства на изследвания шум, е посочена само тя. В последствие табличните данни са обработени с програмата MS EXCELL.

Резултатите са посочени в Таблица 2, като всяка стойности на нивата на звуково налягане в отделните октавни честотни ленти и ниво по скала А на шумомера за всеки изпитван автомобил в продължение на 5 s са представени на отделен ред (Vaseghi, S. V. 2006).

В таблица 3 са посочени усреднените стойности за всяко измерване, като графично на Фигура 3 е построено спектрално разпределение на стойностите на L_p , dB в отделните октавни честотни ленти и разпределение по скала А на шумомера.



Фигура 2

Шумомер
SWANTEK 971

Таблица 2 Стойности на нивата на звуково налягане, в dB в отделните октавни честотни ленти и ниво по скала A на шумомера за всеки изпитван автомобил в продължение на 5 s

№	Time, s	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz	Total A
1	1	15,3	30,1	40,8	48,8	87,5	85,0	86,7	76,5	62,1	91,4
	2	19,0	29,4	36,6	46,4	88,4	84,5	86,8	78,0	64,4	91,7
	3	18,0	29,1	36,5	51,5	88,5	84,2	86,6	78,2	65,3	91,7
	4	18,1	29,3	34,4	51,9	88,2	84,1	85,9	77,7	64,7	91,3
	5	20,1	29,7	33,4	52,2	88,2	83,8	86,0	77,6	64,3	91,2
2	1	17,0	27,6	30,4	41,2	81,1	96,7	88,4	72,8	71,2	97,4
	2	17,3	28,0	31,9	40,9	81,2	97,0	88,2	72,7	70,6	97,7
	3	15,7	30,1	33,6	40,0	81,3	97,1	88,1	72,5	70,5	97,7
	4	15,8	28,4	32,4	40,4	81,3	97,1	87,9	72,4	70,6	97,6
	5	14,2	29,8	33,0	42,9	80,7	96,6	88,2	71,9	71,0	97,3
3	1	17,8	23,3	29,5	65,7	94,4	98,9	96,1	84,9	60,8	101,7
	2	13,7	21,7	24,5	67,0	95,6	100,6	97,6	86,1	62,6	103,3
	3	11,1	19,5	22,6	66,8	95,7	100,1	97,5	86,1	63,5	103,0
	4	16,1	20,0	23,1	66,8	95,8	99,6	97,3	86,5	62,8	102,7
	5	20,9	21,5	22,6	66,6	95,8	99,7	97,2	86,5	62,8	102,7
4	1	16,4	27,7	29,7	75,3	96,2	83,8	98,7	103,7	96,6	106,0
	2	14,0	29,0	30,3	75,3	96,1	83,9	98,5	103,3	96,9	105,8
	3	17,6	29,2	32,7	75,5	96,1	83,8	98,3	102,9	97,0	105,5
	4	19,1	29,9	32,8	75,4	96,1	83,8	98,4	102,9	96,8	105,5
	5	18,1	29,7	32,7	75,7	95,9	83,6	98,4	103,0	96,8	105,5
5	1	19,4	32,2	34,9	72,6	83,6	75,3	106,0	105,8	91,6	109,0
	2	20,4	31,6	35,1	72,8	83,5	75,8	106,5	105,9	91,4	109,2
	3	20,3	32,5	35,5	73,0	83,4	75,8	106,8	106,0	91,3	109,5
	4	20,0	31,8	36,8	73,0	83,2	75,6	107,0	105,9	91,2	109,4
	5	19,1	31,8	37,3	73,5	83,7	75,6	108,3	106,5	90,8	110,5

Таблица 3 Обобщени стойности на нивата на звуково налягане в отделните октавни честотни ленти и ниво по скала A на шумомера за всеки автомобил в продължение на 5 s, в dB

	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz	Total A
Nissan Note	18,1	29,5	36,3	50,2	88,2	84,3	86,4	77,6	64,2	91,5
VW Passat	16,0	28,8	32,3	41,1	81,1	96,9	88,2	72,5	70,8	97,5
VW Sharan	15,92	21,2	24,46	66,58	95,46	99,78	97,14	86,02	73,32	102,68
Hyundai Galloper	17,0	29,1	31,6	75,4	96,1	83,8	98,5	103,2	96,8	105,7
Subaru Impreza	19,84	31,98	35,92	72,98	83,48	75,62	106,92	106,02	91,26	109,52

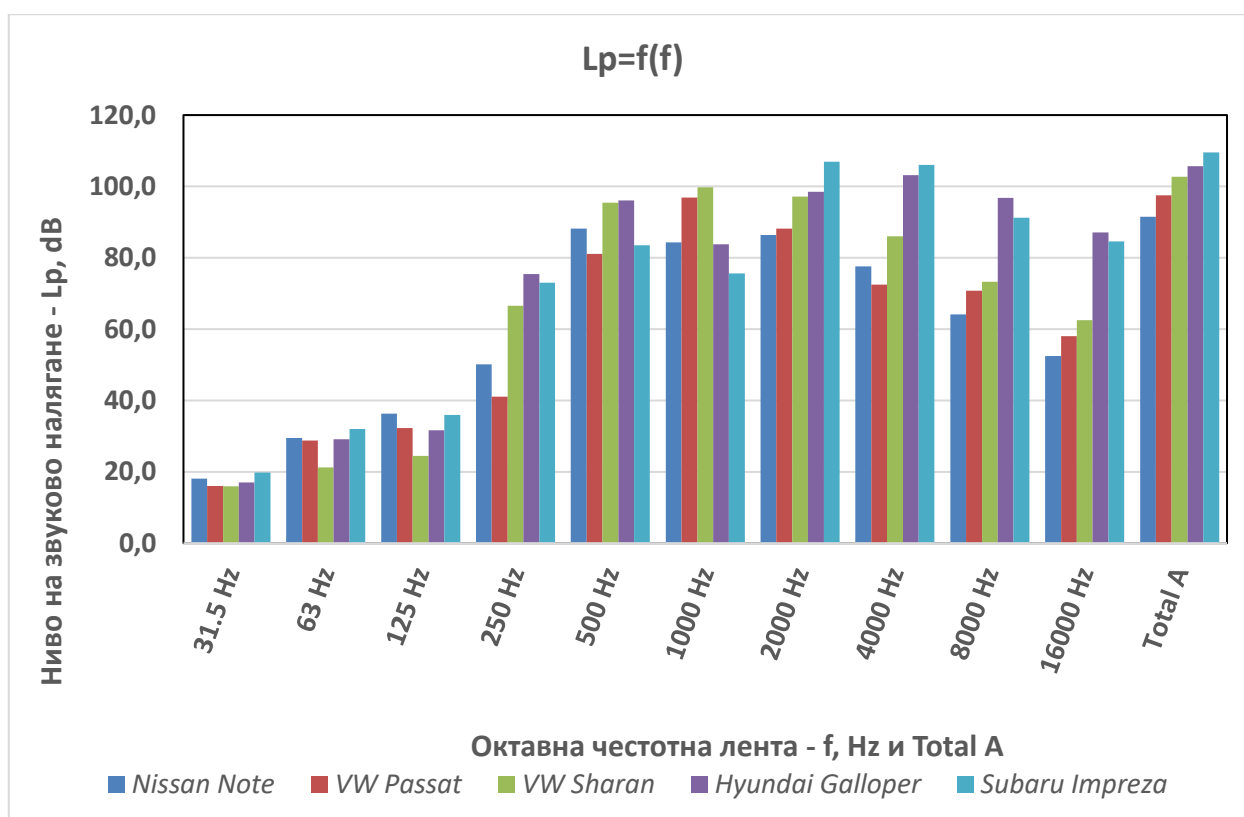
Анализ на получените резултати

Не е установена връзка между годината на производство на автомобила и динамиката в амплитудата на нивата на звуковото налягане. Максималните стойности са получени при автомобил Subaru Impreza. Като $L_{pA}=109,52$ dBA. Следва Hyundai Galloper с $L_{pA}=105,7$ dBA, а сравнително по-новият VW Sharan показва стойности от порядъка на 102,68 dBA. Най-ниски емисии има Nissan Note, съответно $L_{pA}=91,5$ dBA, а VW Passat $L_{pA}=97,5$ dBA.

При спектралното разпределение се наблюдават значителни разлики по отношение на максималните нива на звуково налягане в отделните октавни честотни ленти. Максималното ниво на шума при Subaru Impreza се наблюдава при октавна честотна лента със

средногеометрична честота 2kHz – $L_p=106,92$ dB, При Hyundai Galloper пикът е при 4kHz $L_p=103,2$ dB. VW Sharan има най-висок шум при 1 kHz – 99,78 dB. В същата октавна честотна лента е пикът и при другият представител на VW – значително по-стар по отношение на годината на производство VW Passat – $L_p=96,9$. Интересно, че при най-слабият сигнал от този тип устройство на Nissan Note, максималната стойност от 88,2 dB е измерена при 500 Hz.

Като цяло всички измервания показват значително занижени стойности при ниските честотни октавни ленти. Нивата на звуково налягане при 31,5 Hz са в диапазона 15,9-19,8 dB и не зависят типа на автомобила. Подобни тенденции има и в следващата по височина честотна лента. При 63 Hz Нивата в отделните измервания варират между 21,2 при VW Sharan до 31,98 на Subaru Impreza. Сходни са зависимостите при 125 Hz, като изненадващо максимални стойности се наблюдават при Nissan Note $L_p=36,3$ dB. В октавна честотна лента с 250 вече се наблюдават значителни разлики-от 41,1 до 75,4 dB. Разликите между отделните измервания намаляват при 500 Hz от 81,1 до 96,6. При 1 kHz най-шумният клаксон като цяло, този на Subaru Impreza има минимален шум $L_p=75,62$ dB, докато при 8 kHz максимумът спрямо останалите измервания е на Hyundai Galloper $L_p=96,8$ dB



Фиг. 3. Спектрално разпределение на стойностите на L_p , dB в отделните октавни честотни ленти и разпределение по скала A на шумомера

Изводи

- при направените измервания, максималните стойности са получени при автомобил Subaru Impreza. Като $L_{pA}=109,52$ dBA. Следва Hyundai Galloper с $L_{pA}=105,7$ dBA, а сравнително по-новият VW Sharan показва стойности от порядъка на 102,68 dBA. Най-ниски емисии има Nissan Note, съответно $L_{pA}=91,5$ dBA, а VW Passat $L_{pA}=97,5$ dBA;
- при ниските честоти до 125 Hz емитираните нива на звуково налягане са сходни за различните автомобилни класови независимо от мощността на двигателя и годината на производство;
- в октавна честотна лента 250 Hz рязко се увеличава нивото на у-вото за звукова сигнализация на Hyundai Galloper и Subaru Impreza спрямо останалите. Разликата е над 25 dB;

- в останалите октавни честотни ленти разликата намалява, но нивата са пак по-високи спрямо тези, емитирани от останалите автомобили;
- като цяло стойностите са съсредоточени в средните и високи честотни ленти и не превишават допустимите нива;
- има разлика в разпределението пиковите стойности, като при повечето измервания тя е в диапазона 1-4 kHz, като само при Nissan Note пикът се наблюдава при по-ниските честоти от порядъка на 500 Hz.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Устройството за звукова сигнализация е важен елемент от системата за безопасност на съвременния автомобил. Като цяло нормирането на стойностите е недобре дефинирано. Необходимо е да се извършат редица анализи, за да се установят закономерности относно разпределението на пиковите стойности и честотното разпределение на останалите нива на звуково налягане. Високочестотните звуци се разпространяват на по-далечно разстояние, и са по-чуваеми, но в определени, особено градски, условия могат да създадат дискомфорт и излишен риск, разпространявайки се извън целевата зона на въздействие и прониквайки в жилищните пространства, извън платното за движение. Добре е да се дефинират добре изискванията към параметрите на звука, емитиран от устройства за звукова сигнализация и да се унифицират.

REFERENCES

- BNS 14478:1982 Noise. Permissible noise levels at work. General information for noise measurements (Sofia)
- Everest, F., K. Pohlmann (2001). Master Handbook of Acoustics. Fifth Edition. New York. 640 p.
- Ising, H, W. Babisch, B. Kruppa (1991). Noise-induced endocrine effects and cardiovascular risk. Noise Health, 1. p. 37-48.
- ISO 512:1979/Cor 1:1995 - Sound signalling devices
- Hassall, J.R., K. Zaveri. (1988). Acoustic noise measurements, June Bruel & Kaer, Sweden
- Kovachev N, Manev P and Vladimirov L 2012 Protection against noise and vibration. Guide for practical exercises (Pleven: "Mediatech" Publishing house) p. 96
- Ordinance No. 12 of 27.12.2004 on ensuring health and safety working conditions when working with cars (**Оригинално заглавие:** НАРЕДБА № 12 от 27.12.2004 г. за осигуряване на здравословни и безопасни условия на труд при работа с автомобили)