

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE INTERNAL NOISE LEVELS OF AN ELECTRIC VEHICLE AND VEHICLE WITH ICE

Prof. Rosen Ivanov, DcS

Department of Engines and Vehicles,
“Angel Kanchev” University of Ruse
Tel.: +359 82 888 528
E-mail: rossen@uni-ruse.bg

Chief Assistant Gergana Staneva, PhD

Department of Engines and Vehicles,
“Angel Kanchev” University of Ruse
Phone: +359 82 888 526
E-mail: glstaneva@uni-ruse.bg

Kamelia Dimitrova Phd student

Department of Engines and Vehicles,
“Angel Kanchev” University of Ruse
Tel.: +359 882 923 209
E-mail: kbdimitrova@uni-ruse.bg

***Abstract:** The paper reviews one of the methods for measuring internal noise from vehicles. The measurement is performed with an electric vehicle and a vehicle with gasoline ICE. The noise measurement is made at different speed and on two types of road surface (smooth and coarse – grained). The obtained data shows the difference in the noise levels at equal road conditions for the two vehicles at different speed. The results are shown in graphical and tabular form.*

***Keywords:** Vehicle noise, Noise emission, Internal noise, Road surface, dBA*

ВЪВЕДЕНИЕ

Шумът в околната среда, причинен от транспортната дейност е един от главните екологични проблеми в големите градове. (D. Fernandez Comesana, M. Korbasiewicz 2015) Съществува трайна тенденция за увеличаване на шумовото замърсяване в градските територии и то се дължи основно на следните фактори:

- непрекъснато нарастващ брой на МПС;
- недостатъчни промени в градоустройственото планиране;
- непълноценно интегриране на съответните градски транспортни мрежи;
- продължаващо застрояване на терени, разположени около шумни улици и булеварди;
- незадоволително състояние на пътните настилки;
- липса на подходяща шумозащита на много места – недостатъчно озеленяване и липса на шумоизолиращи конструкции;
- недостатъчно ефективен контрол на шумовите нива. (eea.government, 2004)

Решението за намаляване на автомобилния шум трябва да се състои от комбинация от много мерки и една от тях може да бъде въвеждането на електрически превозни средства. (Lykke M. Iversen 2015)

Освен шумът в околната среда, вътрешния шум от автомобила също оказва вредно влияние върху водача и пътниците. Намаляването на нивото на шум в автомобила е един от приоритетите на производителите на автомобили.

Шумът в превозното средство се разделя въздушен и структурен. Въздушният шум се предава директно в каросерията на автомобила, а структурният шум се генерира от

двигателя, изпускателната система и други движещи се части на автомобила. (Juis C and Putra A 2011).

Има различни методи и методики за измерване нивото на шумовите емисии, както вътре в автомобила, така и извън него. Шумът може да се отчете както при неподвижни превозни средства, така и при движение с постоянна скорост или при ускорение и рязко спиране. Избрана е методика за измерване на вътрешен шум при движение на автомобила с постоянна скорост.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Направени са опити за измерване нивото на шума на автомобил с електрозадвижване и такъв с бензинов двигател при движение по определени условия. Методиката на измерването е по стандарт (ISO 5128:1980 Acoustics - Measurement of noise inside motor vehicles).

Изследването е проведено с:

- *Nissan Quashqai* (фиг.1) с летни гуми *Michelin Primacy 3 215/55 R18* (фиг.2), налягането на въздуха в гумите е 0,25 МПа
- *Nissan Leaf Zerro Emission* (фиг.3) с летни гуми *Goodyear 215/50 R17* (фиг.4), налягането на въздуха в гумите е 0,25 МПа. (ISO 4000-1:2010)

Опитите са направени при движение по гладка дребнозърнеста асфалтова настилка, показана на фиг.5, при движение на автомобила със скорост: 20, 40, 60, 90 и 120 *km/h*



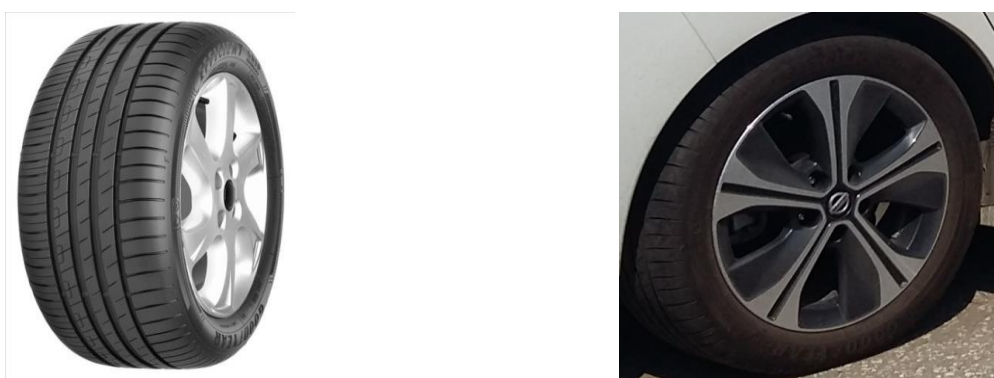
Фиг. 1 Опитен автомобил Nissan QUASHQAI



Фиг.2 Гуми Michelin Primacy 3 215/55 R18



Фиг. 3 Опитен автомобил Nissan LEAF Zero Emission



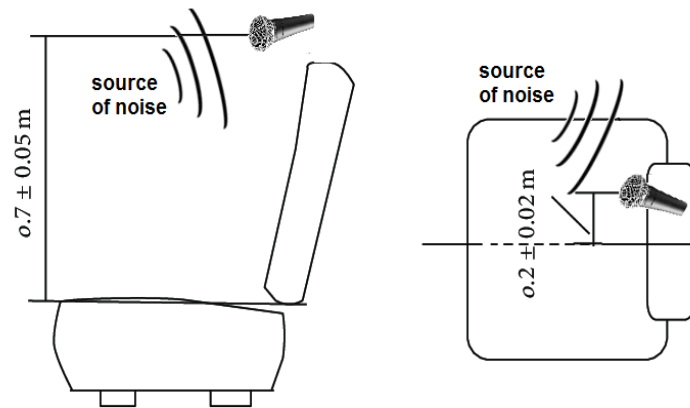
Фиг.4 Гуми *Goodyear* 215/50 R17



Фиг.5. Общ вид на опитния участък

Методика на измерването

При измерване вътрешното ниво на шум, превозното средство се движи по участъка, както е описано в (ISO 5128:1980. Acoustics - Measurement of noise inside motor vehicles). На разстояние по-малко от 25 *m* в близост до мястото за изпитване няма бариери или сгради, които да отразяват шум. По време на опитите вратите и прозорците на автомобила са затворени. Микрофонът е поставен близо до ухото на водача (на 700 *mm* над седалката и на 200 *mm* встрани от надлъжната вертикална равнина на седалката), (фиг.6) ориентирана напред в посоката на движещия се автомобил.



Фиг. 6. Разположението на микрофона по време на измерването на вътрешното ниво на звука.

Измервателна апаратура

Таблица 1 показва резултати от тези изследвания. Измерванията на нивото на шума са извършени с измервателен уред VI-410, произведен от Quest Technologies, Полша (фиг. 7). Той е цифров, четири канален уред за измерване нивото на шум и вибрации. Уредът е снабден със звуков калибратор с честота 1000 Hz и ниво на звука 114 dB. Преди измерване уреда трябва да се калибрира (QusetTechnologies).

В края на всяко измерване данните се съхраняват в паметта на измервателното устройство VI-410. С негова помощ резултатите могат да се прехвърлят в таблици и графики. (Staneva G, K Dimitrova, R Ivanov and G Kadikyanov 2020) Резултатите от измерванията се прехвърлят на компютър с помощта на USB кабел и софтуера QuestSuite Profesional II.



Фиг.7 Общ вид на елементите на измервателната апаратура

Резултати и анализ

По описаната методика е направено измерване на вътрешния шум на автомобилите по гладка дребнозърнеста настилка. Измерването на направено при различни скорости на

движение (20, 40, 60, 90 и 120 km/h) Измерено е еквивалентно ниво на шум Leq , dBA. Резултатите са обобщени в таблици 1 и 2.

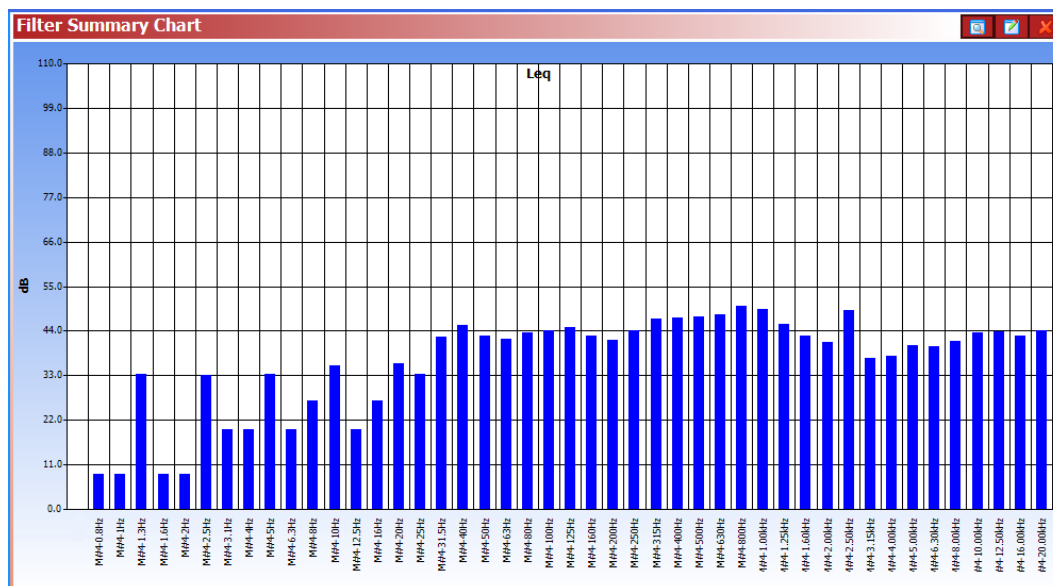
Таблица 1. Резултати от вътрешен шум на Nissan Leaf zero emission

km/h \ Hz	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	Leq
20	34,85	34,31	39,95	36,39	35,5	35,94	35,08	36,96	41,37	42,87	50,27
40	41,09	36,3	42,79	40,21	40,57	42,91	35,41	36,89	41,39	42,88	52,29
60	42,36	41,94	44,79	44,14	47,63	49,45	41,06	37,91	41,48	42,87	57,45
90	47,22	45,73	48,78	46,39	49,64	53,98	42,48	37,79	41,48	42,88	59,13
120	46,39	53,36	60,61	59,12	60,48	59,92	51,87	45,9	42,41	42,87	67,75

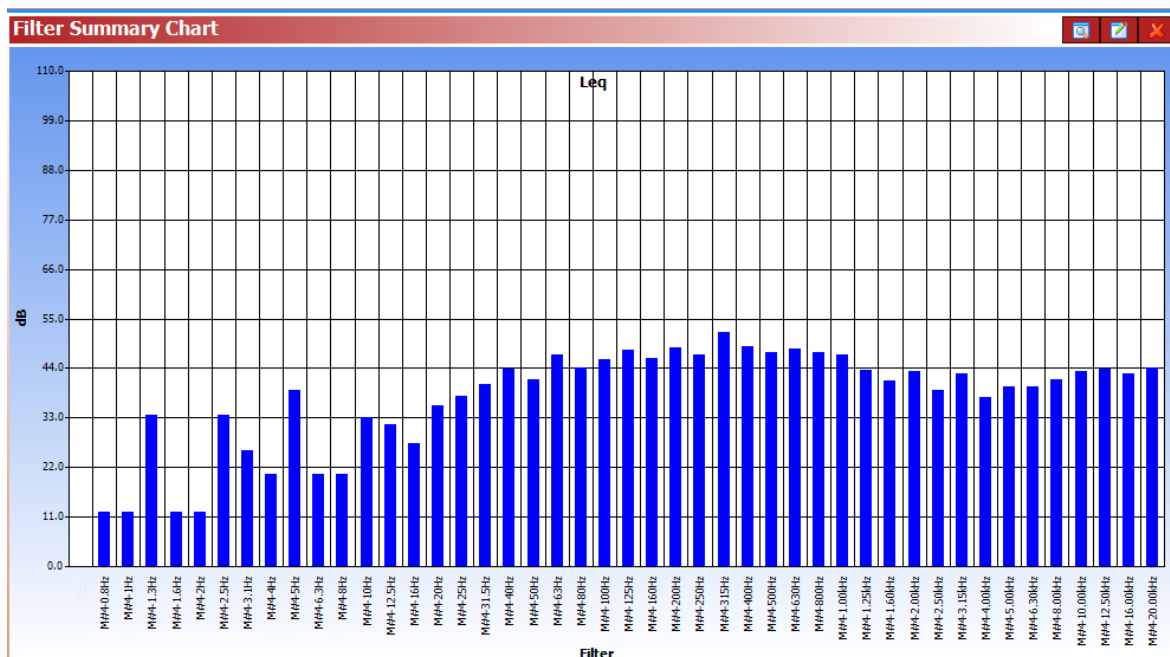
Таблица 2. Резултати на вътрешен шум на Nissan Quashqai

km/h \ Hz	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	Leq
20	37,63	36,96	42,57	40,6	36,75	37,6	34,88	36,89	41,49	42,86	51,39
40	39,67	40,38	44,36	42,44	42,65	41,31	35,52	36,93	41,62	42,88	52,52
60	40,44	47,14	48,03	46,95	47,36	47,02	43,15	37,61	41,45	42,84	56,57
90	42,39	44,69	51,83	54,45	52,38	53,37	42,25	38,08	41,42	42,87	60,75
120	45,77	48,41	56,76	54,98	56,57	56,8	45,66	41,5	41,67	42,84	63,91

Промяната на нивото на звуковото налягане е показана на фиг. 8 и 9 в терцаоктавни ленти на гладка дребнозърнеста настилка при скорост 60 km/h.

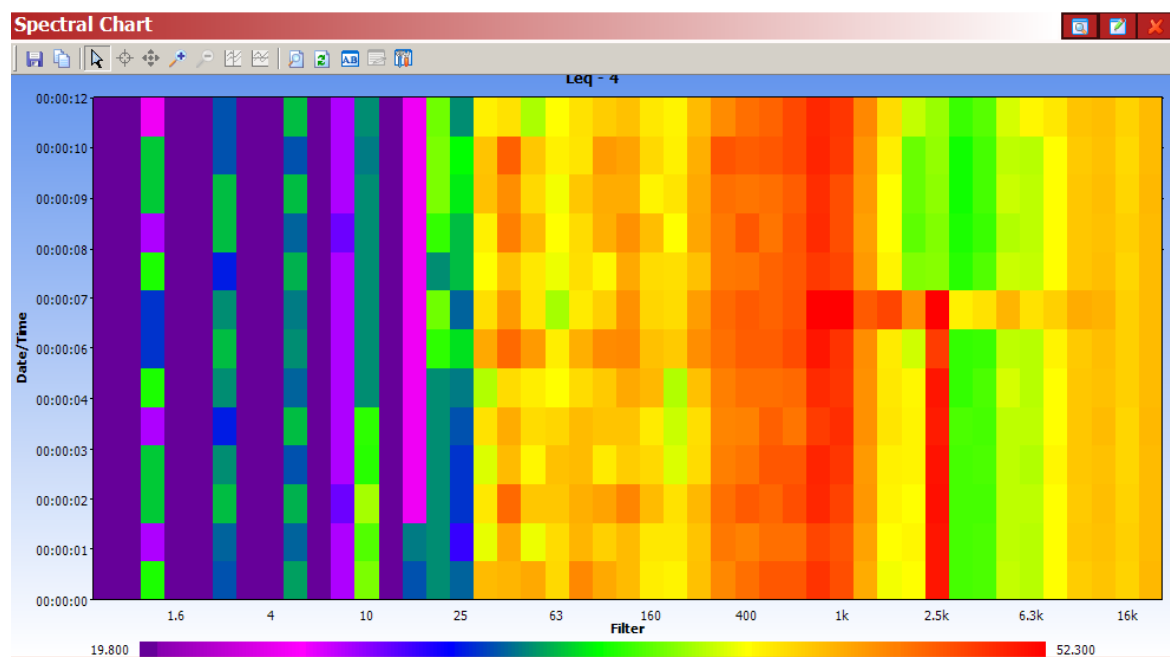


Фиг. 8 Промяната на нивото на вътрешния шум на Nissan Leaf Zero Emission в октавни ленти със скорост 60 km/h при движение по гладка дребнозърнеста настилка

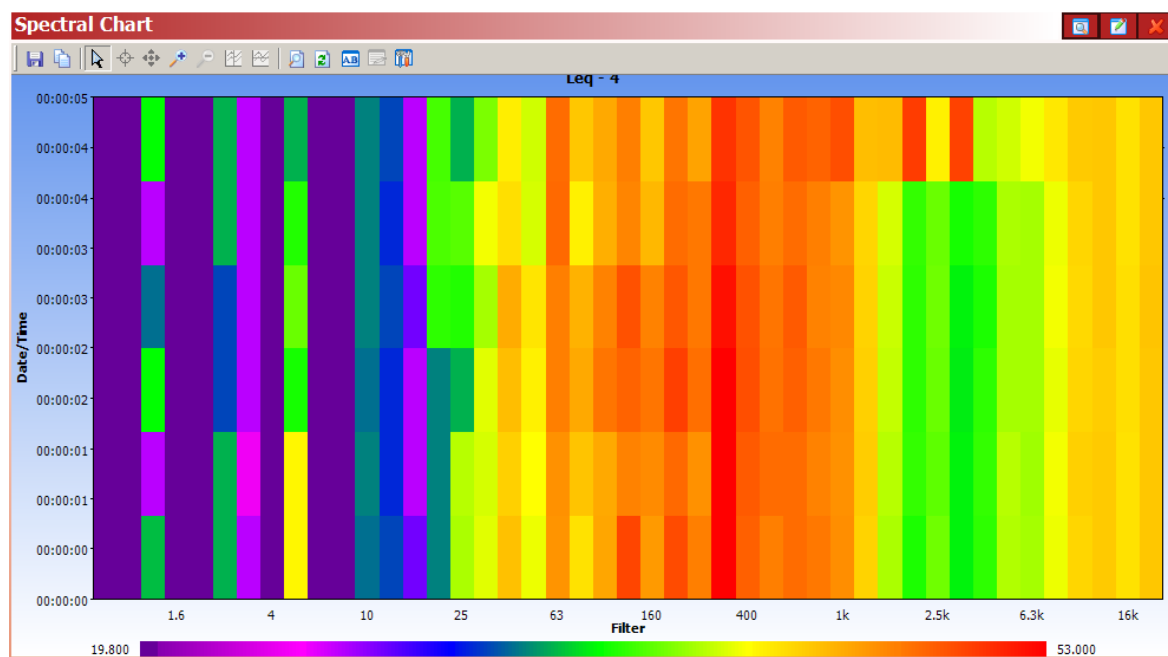


Фиг. 9 Промяната на нивото на вътрешния шум на Nissan Quashqai в октавни ленти със скорост 60 km/h при движение по гладка дребнозърнеста настилка

Спектралния анализ на сравнените автомобили при същата скорост е показан на Фиг. 10 и 11. От спектралния анализ се вижда, че при електрозадвижването максималното ниво е в по – високите честоти (2,5 kHz). При автомобилът с ДВГ най – високо ниво е отчетено в ниските честоти (315 Hz).

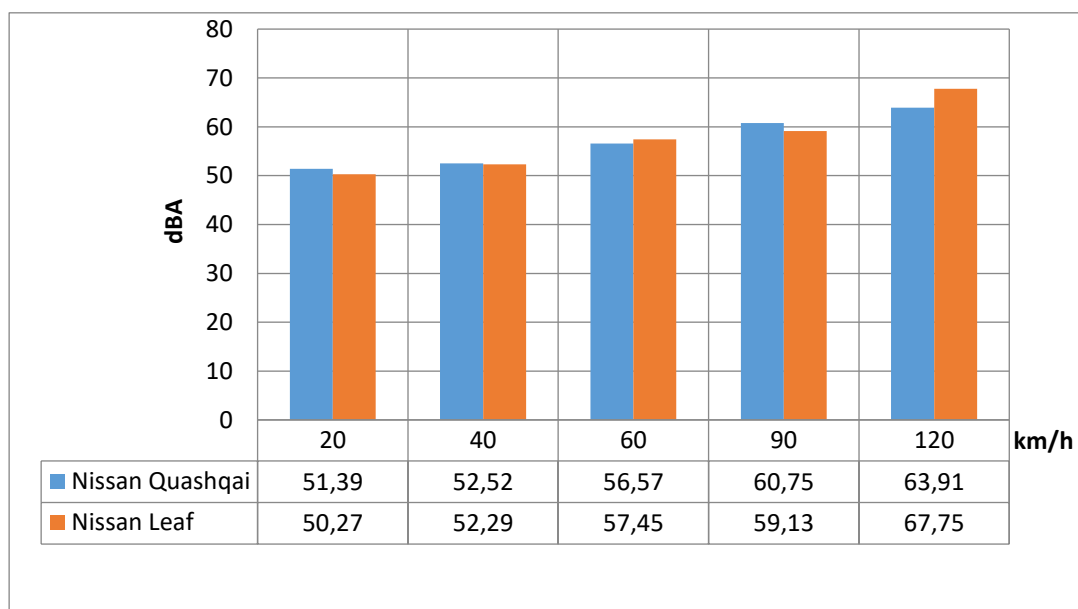


Фиг.10 Спектрален анализ на Nissan Leaf Zero Emission при 60 km/h

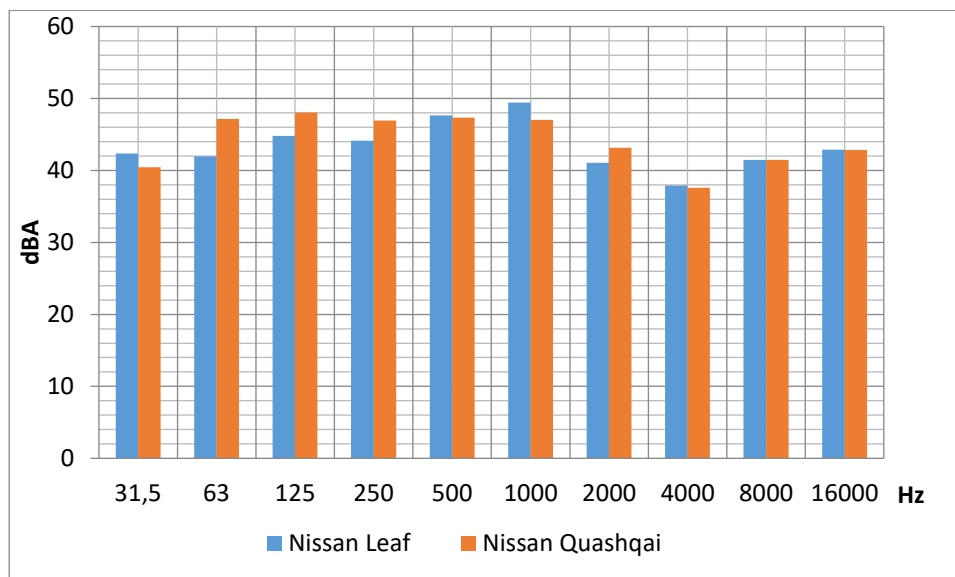


Фиг.11 Спектрален анализ на Nissan Quashqai при 60 km/h

В графичен вид е показана (фиг.12) разликата при едни и същи условия на двата автомобила. Вижда се, че с повишаване на скоростта се увеличава и излъчвания шум. От сравнения спектралния анализ (фиг.13) се вижда, че стойностите на автомобилът с ДВГ са по – високи в ниските честотни ленти, докато с електроздвижването най – висока стойност е отчетена при 1000 Hz.



Фиг.12 Графично представяне нивото на вътрешния шум на тестваните автомобили според скоростта на движение



Фиг.13 Ниво на шум в октавни честотни ленти при скорост 60 km/h

ИЗВОДИ

Проведеното изследване потвърждава, че вътрешният шум на автомобила зависи основно от скоростта на движение, шарка на протектора на гумите, елементи от купето и каросерията. С увеличаване на скоростта в диапазона 20 – 120 km/h, нивото на шума се увеличава стъпаловидно и при двата вида автомобили.

Получените резултати показват, че шумът е съизмерим и има минимални разлики за двата автомобила. При 20 km/h е отчетена разлика от 1, 12 dBA в полза на електромобила, при 40 km/h е 0,23 dBA При 60 km/h е 0,88 dBA, но в полза на конвекционалния автомобил, при 90 km/h разлика 1,62 dBA и при 120 km/h вече има значителна разлика от 3,84 dBA. Съвременните автомобили с ДВГ имат добри шумозаглушителните системи и на това се дължи съизмеримия шум.

По октавните ленти се забелязва, че шумът от автомобила с ДВГ е по-висок в по-ниските честоти в сравнение с електромобила. При високите честоти, над 8000 Hz може да се каже, че няма разлика в отчетеното ниво, защото там преобладава шумът от гумите.

REFERENCES

Staneva G, K Dimitrova, R Ivanov and G Kadikyanov (2020) Sound level study of a hybrid car. EKO Varna 2020 IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 977 doi:10.1088/1757-899X/977/1/012015.

Juis C and Putra A 2011 On a simple technique to measure the airborne noise in a motor vehicle using source substitution Hari Penyelidikan Fakulti Kejuruteraan Mekanikal Unviersiti Tecknikal Malaysia Melaka

Lykke M. Iversen, Danish Road Directorate Oslo the12th of June Measurement of noise from electrical vehicles and internal combustion engine vehicles under urban driving conditions

D. Fernandez Comesana, M. Korbasiewicz 2015 Conference: Aachen Acoustics ColloquiumAt: Aachen Evaluation of electric vehicle interior noise focused on sound source identification and transfer path analysis

Ivanov Z 2014 Digital correction filter for noise measurement EKO Varna 21 pp 468-475

ISO 5128:1980. Acoustics - Measurement of noise inside motor vehicles

ISO 4000-1:2010. Passenger car tyres and rims.

ISO1999:2014. Acoustics - Estimation of noise-induced hearing loss

QusetTechnologies Ръководство за работа с уред VI – 410.

<http://eea.government.bg/eea/bg/publicat/2004/quality/noise/noise1.htm>

БЛАГОДАРНОСТИ

Докладът отчита резултатите от работата по проект 2021-ФТ – 02, финансиран от Националния научен фонд на Русенския университет