

FRI-2.209-1-EC-09

STUDY OF THE NOISE, GENERATED FROM DIFFERENT CAR'S TYRES

Chief Assistant Nikolay Kovachev, PhD

Department of Thermotechnics, Hydraulics and Ecology,

University of Ruse "Angel Kanchev"

Tel.: 082 888 498

E-mail: nkovachev@uni-ruse.bg

Abstract: The article addresses the environmental noise issue generated by car transport, in particular the impact of type, size and quality of the tires, on the noise generated inside the vehicle and the environment. The spectral distribution of sound pressure levels, as well as the A-weighted sound pressure level, are considered, depending on the different types of tires fitted to the car's wheel. Consider the factors that affect this noise and how to reduce and increase the noise safety of the vehicle. On the basis of scrutinizing analyzes, an experimental noise study was carried out and the results were presented with the relevant conclusions and recommendations.

Keywords: automobile tyres, noise, environmental safety, noise factors, noise reduction

ВЪВЕДЕНИЕ

Глобализацията, като етап от еволюцията на обществото, зависи изключително много от транспорта и комуникациите. Това налага да се търсят начини за повишаване на ефективността при транспортиране и най-важният аспект – безопасността. Шумовата безопасност е изключително важен проблем, който все още значително се подценява. Редица изследвания (Hassall, J.R., K. Zaveri. 1988) разкриват връзката между шума и множество заболявания. В настоящата работа е направен анализ на динамиката на шума, емитиран при контакта на автомобилните гуми с пътните покрития и някои особености при етикетването и изискванията. За целта е изготвена методика за провеждане на експерименталните изследвания, проведени са изследвания върху 3 типа автомобилни гуми и е направен спектрален анализ, който да бъде използван при изследване на шумовата безопасност в бъдещи разработки по темата.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Особености при етикетване на автомобилни гуми

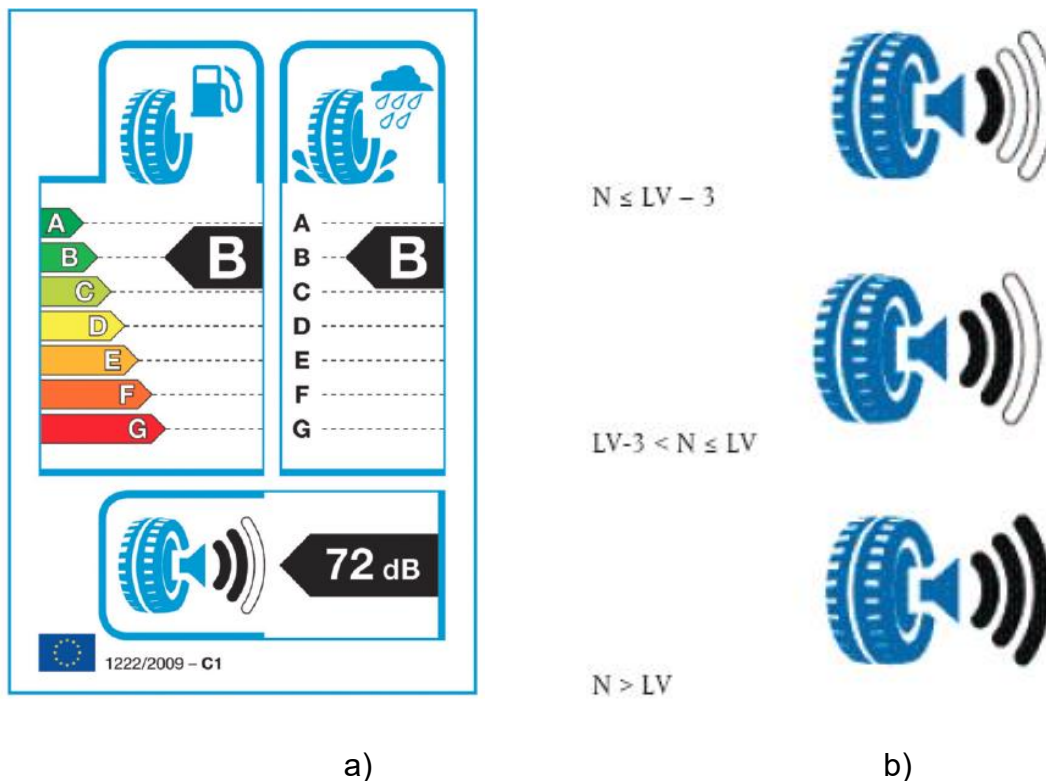
От 1 ноември 2012 г. На територията на Европейския съюз е в сила е нов, европейски етикет, с който се обозначава всяка гума. Този етикет е задължителен за всички нови гуми, произведени след 1 юли 2012 г. (Regulation 1222/2009). Етикетът дава информация на потребителя за три важни критерия, по които се формира базата за оценка на ефективността на гумата: горивна ефективност, сцепление с мокра настилка и външен шум (Фиг. 1). По отношение на външния шум, наредбата, изисква етикетът да показва нивото на шум при търкаляне на гумата, измерван отвън. Това обозначение е изразено под формата на две стойности: вълни от една до 3 плътни линии; и ниво на шум, което отговаря на вълните от етикета. В момента задължителната Европейска норма е три плътни линии и на тази основа са направени обозначенията. От 2016 г. нормата е променена на 2 плътни линии (Regulation 1222/2009).

Методика за провеждане на изследванията

Методиката включва следните основни стъпки:

- Определяне на точките за измерване;
- Дефиниране параметрите на измерването;
- Настройки на измервателния уред;

- Монтиране на шумомера и извършаване на шумовите измервания;
- Прехвърляне на данните от шумомера към компютър;
- Обработка, анализ на резултатите и оценка на получените данни;



Фиг. 1. Етикет на автомобилна гума Dayton 175/70 R13 – а) и б) Клас на външен шум при контакт с пътя

Основният елемент в методиката е свързан с определяне на точките за извършване на измерванията, от което до голяма степен дава представителността на получените данни. Методиката на изследването е направена съгласно изискванията на стандарт БДС ISO 5128:1980 за измерване на вътрешния шум в моторните превозни средства. Избрана е измервателна точка на височина $0,7\text{m} \pm 0,05\text{m}$ над пресечната точка на равнините на незаетата седалка до шофьора и облегалката в равнината на симетрия в хоризонтално направление. Микрофонът се разполага на разстояние от стените и тапицериите не по-малко от 15 см, като посоката на най-високата му чувствителност съвпада с посоката на движение на превозното средство. В посочения стандарт са определени условията, на които трябва да отговаря техническото състояние на автомобила и климатичните условия и състоянието на терена, при които протича изследването.

За втората задача се определят параметрите на измерването. Съгласно използвания стандарт всички измервания трябва да се извършват при временна характеристика „бързо“ на шумомера. За общото ниво на звуковото налягане се използва корекционна скала A на шумомера, като се измерва нивото на звуковото налягане L_pA в относителни единици dBA. При спектрални измервания се дава честотния обхвата на октавните или терцоктавните филтри да е в границите от 31,5 Hz до 16 000 Hz (Ковачев, Н.К. 2016)

При провеждане на изследването се използва шумомер SVANTEK 971, разположен в определената точка. Преди началото на измерването се извършва тариране на измервателната система с акустичен калибратор Robotron 05 000. Съгласно изискванията на стандарта са проведени изпитвания при постоянна скорост и на място.

Обект на изследването е шумът, създаван от контакта на автомобилните гуми с пътната

настилка при 3 типа гуми, монтирани на 3 различни автомобила. С цел да се пренебрегнат шумовите характеристики и особености, на отделните превозни средства, е извършено измерване на шума при включен двигател на празен ход. Този шум е изваден от общия шум при движение. При измерване на шума, при всяко измерване е осъществен запис на шума в продължение на 20 сек. Скоростта на движение е постоянна и е избрана 60 km/h, като се осъществява на празен ход по инерция, а честотата на въртене на вала на двигателя също е постоянна и има стойност $n = 1800 \text{ min}^{-1}$. След приключване на измерванията данните се прехвърлят в софтуерния продукт SVAN PC++. Програмата позволява провеждането на многобройни анализи и статистически обработки на записания сигнал. Има радиобутони, които осъществяват връзката с други програмни продукти, което улеснява работата и позволява разширяване на обхвата на провежданите изпитвания.

След това се прави обработка на получените данни, записани във файлове, които позволяват редакция в EXCELL. Там се получават графичните данни и се анализират тенденциите в получените резултати.

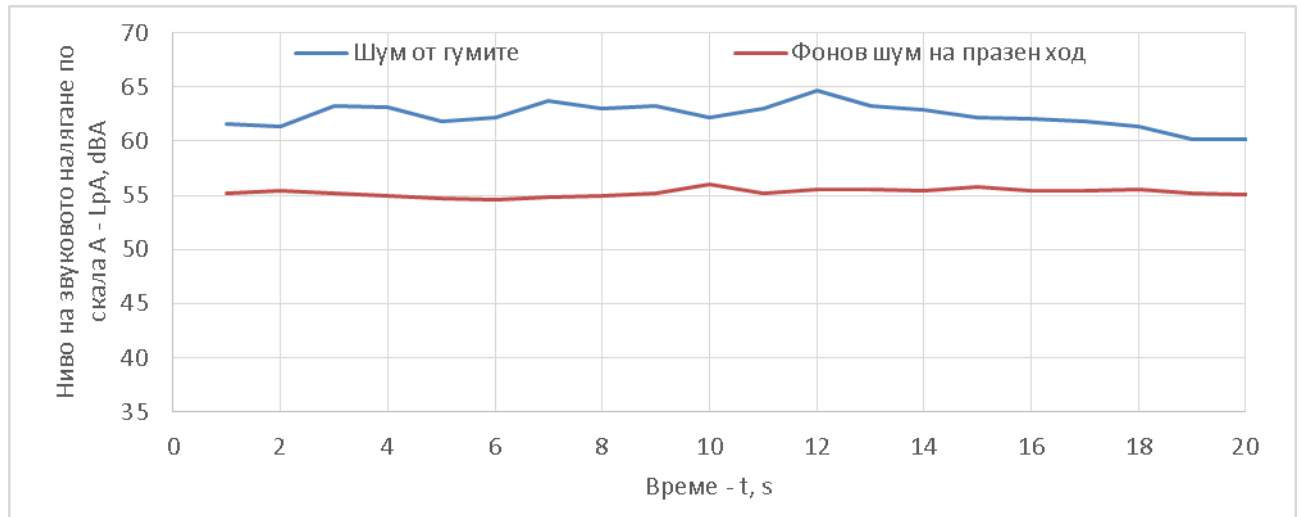
Анализ на резултатите

Изследваните автомобилни гуми са с различни характеристики и предназначение. Условно са означени с T_1 , T_2 и T_3 . С T_1 е означена автомобилна гума Кама 235/75 R15, а с T_2 - Dayton 175/70R13. И двете са с нисък клас 3 на шум. И клас F на сцепление при мокра настилка. Кое ги определя като гуми от нисък клас, на достъпна цена. Различават се по предназначението. T_1 има груб профил и конструкция, която я прави подходяща за машини с висока проходимост. Използвани са автомобили, чиито модели са пуснати на пазара преди повече от 10 години, което при поставената задача не влияе върху експеримента и постигането на поставените цели. В третия експеримент е използван нов автомобил с ниски нива на собствени шумове и гуми HANKOOK 195/50/R15 82H. Тя има клас на сцепление при мокра настилка C, и 2и клас ниво на шум. Резултатите са представени в таблица 1 и фигури 2 и 3.

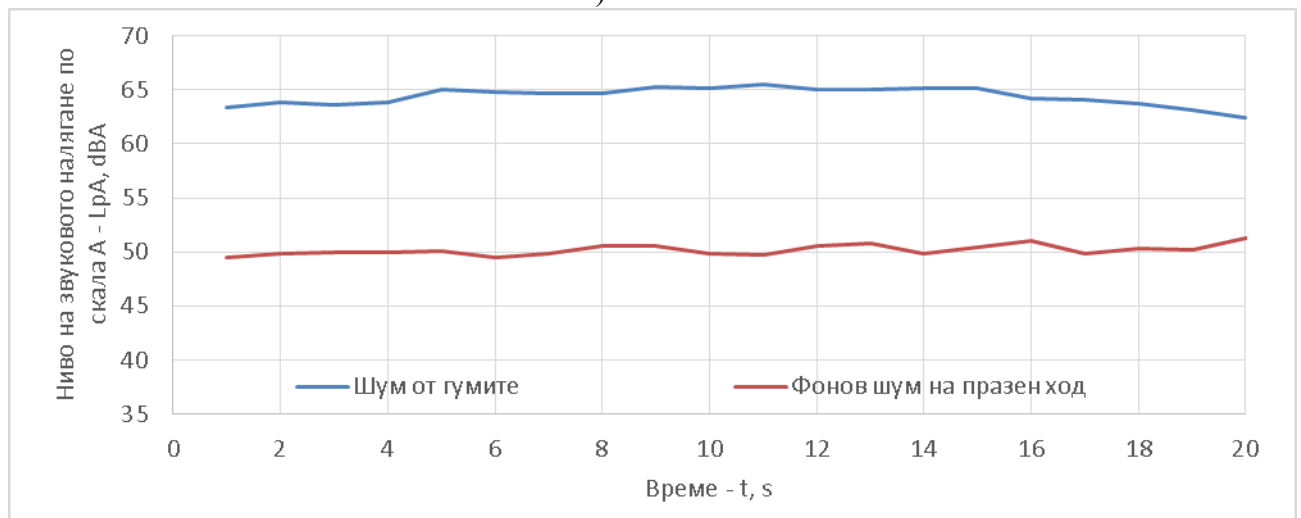
Таблица 1.
Разлика между нивата на звуково налягане

№	31,5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	16000 Hz	LpA
T_1	17,39	3,26	3,72	8,93	13,82	14,44	13,87	13,03	12,47	11,19	6,76
T_2	14,78	16,17	13,62	18,53	19,41	26,43	27,49	32,46	30,76	23,07	12,42
T_3	27,12	26,15	29,40	20,69	17,63	19,51	23,78	19,79	15,96	8,36	22,62

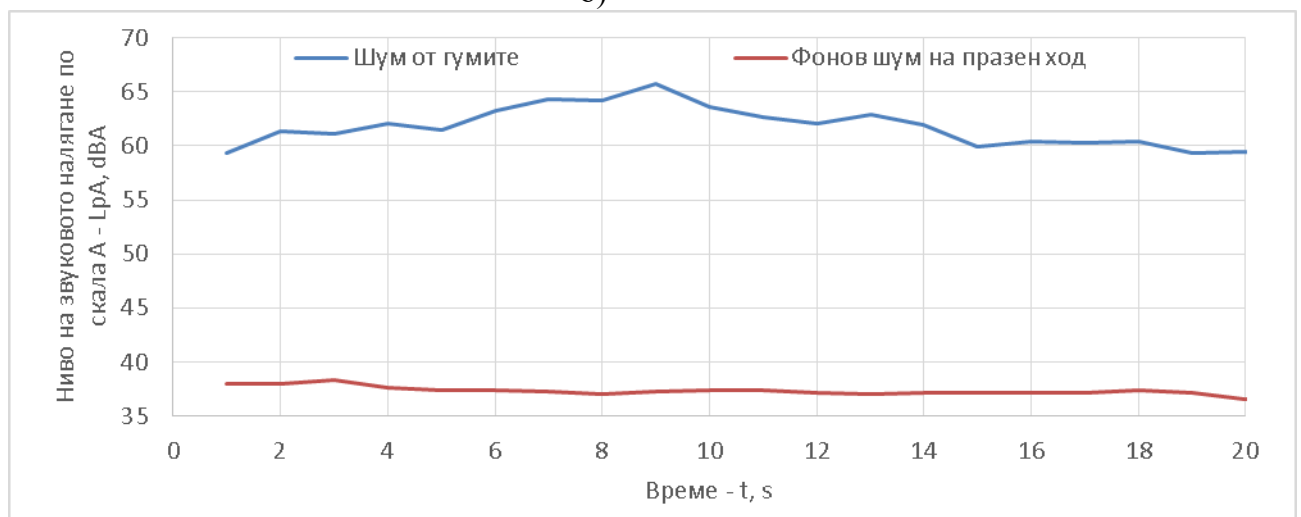
На фигура 2 са представени резултатите от сравнение на динамиката на нивата на звуково налягане по скала A на шумомера – LpA, dBA в продължение на време $t=20 \text{ s}$, при работа на двигателя на празен ход и при движение със скорост $v=60 \text{ km/h}$, за трите вида автомобилни гуми: а) T_1 ; б) T_2 ; в) T_3 . Резултатите показват значителни разлики между отделните комбинации на автомобил, оборудван със съответните гуми. А разликите са посочени в Таблица 1. В нея са представени разликите между нивата на звуково налягане при фонов шум и шум, създаван при контакт на гумите с асфалта, за всяка отделна октавна честотна лента, както и шумът по скала A, за отделните видове автомобилни гуми. Резултатите са осреднените за периода от 20 секунди, данни. В случая на гуми T_1 се вижда, че двигателя има високи нива на собствен шум, което води до най-малката получена разлика от 3те изследвания – 6,76 dBA. При лек автомобил, с гуми T_2 разликата в нивата на звуково налягане, дължаща се на шума, генериран от контакта на гумите с настилка при движение е 12,42 dBA, като най-висока е при автомобилни гуми T_3 -22,62 dBA.



a)

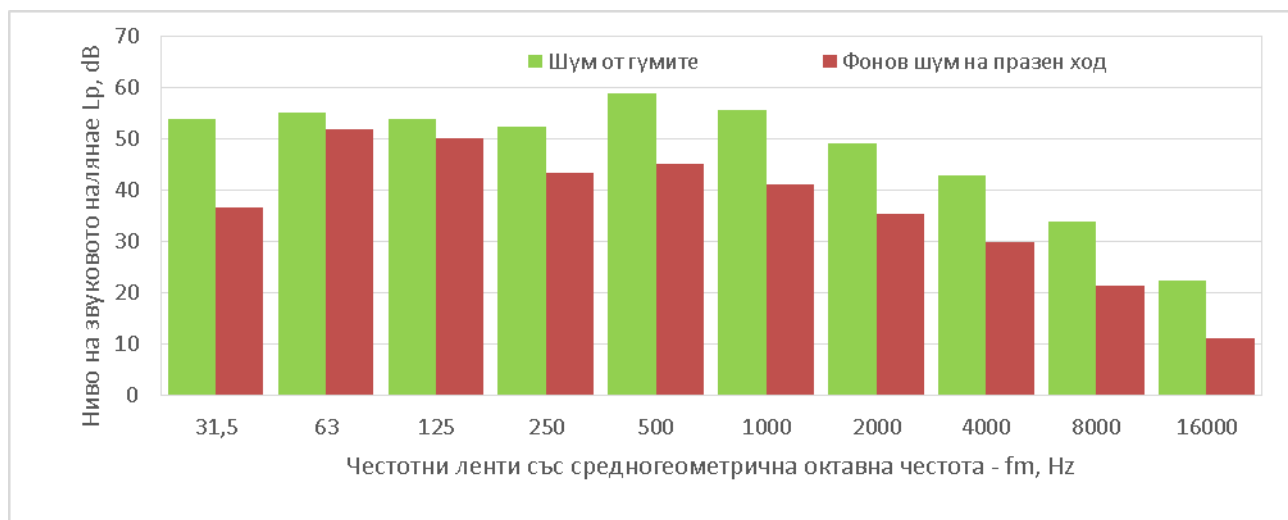


b)

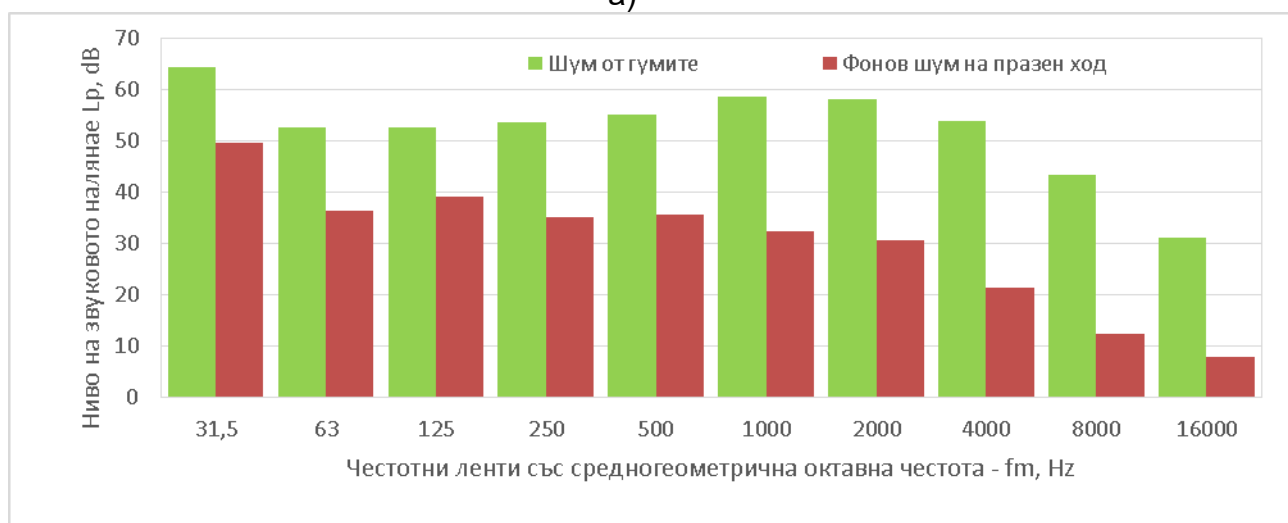


c)

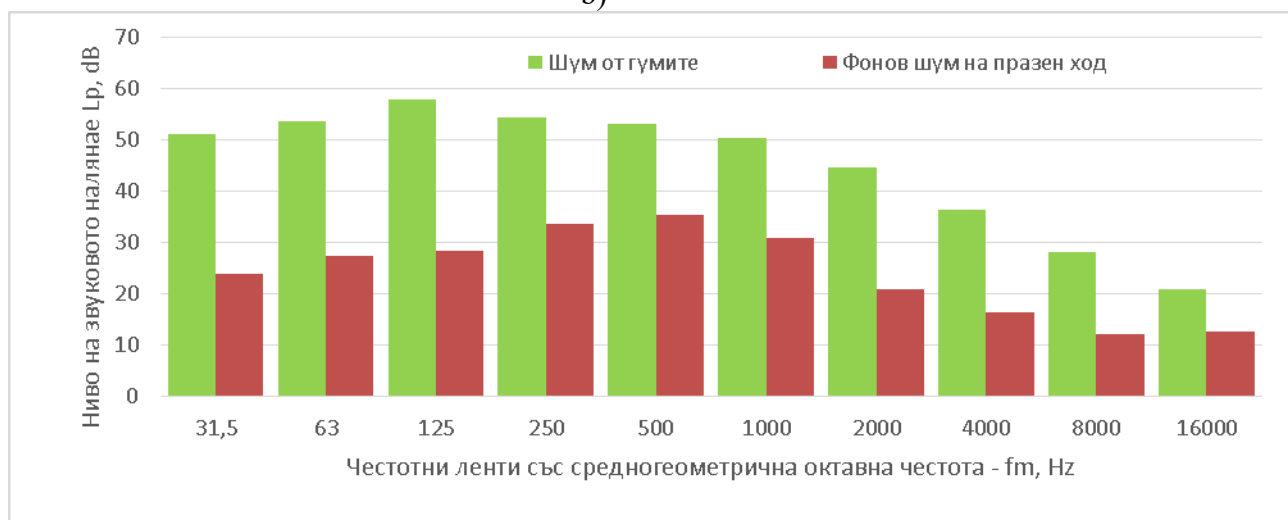
Фиг. 2. Сравнение на динамика на нивата на звуково налягане по скала A на шумомера – LpA, dBA в продължение на време $t=20$ s, при работа на двигателя на празен ход и при движение със скорост $v=60$ km/h, за трите вида автомобилни гуми: а) T₁; б) T₂; в) T₃



a)



b)



c)

Фиг. 3. Спектрално разпределение на нивата на звуково налягане L_{p_f} , dB за всяка октавна честотна лента, при работа на двигателя на празен ход и при движение със скорост $v=60$ km/h, за трите вида автомобилни гуми: а) T_1 ; б) T_2 ; в) T_3

Последният резултат е важен, тъй като той подчертава необходимостта от редуциране на шума от гумите, в купето на автомобила. Използваният автомобил е модерен, с ниски нива на шума и стабилна работа на двигателя. При движение, на автомобила обаче, дори оборудван с висок клас гуми, шумът нараства значително.

Фигура 3 представя спектрално разпределение на нивата на звуково налягане L_{p_f} , dB за всяка октавна честотна лента, при работа на двигателя на празен ход и при движение със скорост $v=60$ km/h, за трите вида автомобилни гуми: а) T_1 ; б) T_2 ; в) T_3 . Не може да се открие закономерност в спектралното разпределение на шума, при оборудване с даден вид автомобилна гума. При гума T_1 максималната разлика се наблюдава при ниските честоти, особено при октавна честотна лента със средногеометрична честота 31,5 Hz – 17,39 dB, като на-високи нива на звуковото налягане се наблюдават при 500 Hz – 59,2 dB. При оборудване с гума T_2 максималната разлика е отчетена при 4 kHz-32,46 dB, като максималната стойност на нивото на звуково налягане е при октавна честотна лента със средногеометрична честота 31,5 Hz – 63,84 dB. Както беше отбелязано по-горе, при модерните автомобили, нивата на собствен шум, емитиран при работата на ДВГ, са ниски. При движение на автомобила обаче, шумът нараства значително, поради контаката на гумите с пътната настилка. И макар че максималните разлики, не превишават тази при T_2 , като цяло средната стойност на разликата в целия диапазон на спектрални разпределения е най-висока. Максималната стойност на разликата е при 125 Hz и е 29,4 dB.

ИЗВОДИ

В работата е извършено експериментално изследване на вътрешния шум в купето на лек автомобил, генериран от контакта на гумите с настилка на пътя при движение на автомобила. Сравнени са резултатите при оборудване с 3 типа автомобилни гуми, като е установена голяма динамика на стойностите и зависимост на нивата на звуково налягане от спектралното разпределение на стойностите в отделните октавни честотни ленти.

Обобщените резултати показват следните факти:

- При оборудване с гуми T_1 се вижда, че двигателя има високи нива на собствен шум, което води до най-малката получена разлика от 3те изследвания – 6,76 dBA.
- При T_2 разликата в нивата на звуково налягане, дължаща се на шумът, генериран от контакта на гумите с настилка при движение е 12, 42 dBA.
- Най-висока разлика е при автомобилни гуми T_3 -22,62 dBA.
- При гума T_1 максималната разлика се наблюдава при ниските честоти, особено при октавна честотна лента със средногеометрична честота 31,5 Hz – 17,39 dB.
- При оборудване с гума T_2 максималната разлика е отчетена при 4 kHz-32,46 dB.
- Максималната стойност на разликата при гума T_3 е при 125 Hz и е 29,4 dB.

Анализът на получените резултати показва, че важна част от анализът на безопасността и риска при движение на автомобилите се дължи на шумовата безопасност, и в частност – шумът, зависещ от вида на използваните в оборудването на автомобила автомобилни гуми. Това налага необходимостта от провеждане на допълнителни изследвания при различни скорости, използване на зимни и летни гуми, използване на едни и същи гуми на различни модели автомобили и т.н.

REFERENCES

BDS ISO 5128:1980, Измерване на вътрешния шум в моторните превозни средства. София, 1996 (**Оригинално заглавие:** БДС ISO 5128:1980, Измерване на вътрешния шум в моторните превозни средства. София, 1996)

Kovachev, N. K. (2016) Otsenka na shuma v kupeto na lek avtomobil, v zavisimost ot vida na patnata nastilka. Nauchni trudove na Ruskii Universitet, Ruse (**Оригинално заглавие:** Ковачев,

Н. К. (2016) Оценка на шума в купето на лек автомобил, в зависимост от вида на пътната настилка. Научни трудове на Русенски Университет, Русе)

NAREDBA No RD-02-20-19 от 12.11.2012 г. за poddarzhane i tekusht remont na patishtata. Izdadena ot ministura na regionalното razvitie i blagoustroystvoto, obn., DV, br. 91 ot 20.11.2012 g., v sila ot 20.11.2012 g., popr., br. 95 ot 4.12.2012 g. (**Оригинално заглавие:** НАРЕДБА No РД-02-20-19 от 12.11.2012 г. за поддържане и текущ ремонт на пътищата. Издадена от министъра на регионалното развитие и благоустройството, обн., ДВ, бр. 91 от 20.11.2012 г., в сила от 20.11.2012 г., попр., бр. 95 от 4.12.2012 г.)

EU Tyre Labelling Regulation 1222/2009 Industry Guideline on tyre labelling to promote the use of fuel - efficient and safe tyres with low noise levels. July. 2012

Hassall, J.R., K. Zaveri. (1988). Acoustic noise measurements, June Bruel & Kaer, Sweden

Vaseghi, S. V. (2006). Advanced Digital Signal Processing and Noise Reduction. Third edition. John Wiley & Sons Ltd. The Atrium, Southern Gate. Chichester. England. 480 p.

Wang, Lawrence K., Yung-Tse Hung, N. C. Pereira, K. Hung Li. (2005) Advanced Air and Noise Pollution Control, vol. 3. Totowa, New Jersey, Humana Press Inc. 537 p.