

THE PECULIARITIES OF THE SOUND FIELD ENERGY DECAY IN A ROOM WITH THE USE OF DIFFERENT PULSED SOUND SOURCES

V. J. Stauskis

To cite this article: V. J. Stauskis (1999) THE PECULIARITIES OF THE SOUND FIELD ENERGY DECAY IN A ROOM WITH THE USE OF DIFFERENT PULSED SOUND SOURCES, *Statyba*, 5:2, 135-140, DOI: [10.1080/13921525.1999.10531447](https://doi.org/10.1080/13921525.1999.10531447)

To link to this article: <https://doi.org/10.1080/13921525.1999.10531447>



Published online: 26 Jul 2012.



Submit your article to this journal [↗](#)



Article views: 73

GARSO LAUKO ENERGIJOS SLOPIMO PATALPOJE YPATUMAI, NAUDOJANT SKIRTINGUS IMPULSINIUS GARSO ŠALTINIUS

V. J. Stauskis

1. Įvadas

Norint įvertinti pastatytos arba rekonstruojamos salės akustiką visada yra būtini matavimai. Jie geriausiai leidžia įvertinti, ar buvo padaryta klaidų projektavimo procese. Projektuodami naują salę standartinių reverberacijos laiką galime apskaičiuoti tik apytikriai. Apskaičiuoti energetinius subjektyvius salės akustikos vertinimo rodiklius yra sudėtinga. Skirtumas tarp apskaičiuotų ir išmatuotų tokių rodiklių reikšmių būna nemažas.

Akustiniams matavimams labai svarbus yra garso šaltinis. Garso lauką galime sužadinti baltuoju triukšmu arba trumpuoju impulsu. Naudodami baltąjį triukšmą galime išmatuoti tik aidėjimo trukmes. Tuo tarpu naudodami trumpąjį impulsą galime išmatuoti tiek aidėjimo trukmes, tiek visus reikiamus energetinius akustinius rodiklius, tiek atlikti garso atspindžių struktūros analizę.

Impulsiniai garso šaltiniai salių akustikos tyrimams naudojami plačiai. Atliekant tokius matavimus svarbu žinoti, kokias akustines charakteristikas turi toks šaltinis. Yra paplitęs sprogimo tipo impulsinis garso šaltinis. Jį tyrimams naudojo M. Barronas [1], L. Cremeris [2], Bradley [3, 4, 5] ir kiti tyrinėtojai. Tačiau šiuose darbuose visiškai nenagrinėjamos garso šaltinio charakteristikos. J. S. Bradley [3] nagrinėjo trumpojo impulso, kurį generuoja pistoletas, poveikį kai kuriems salės akustiniams rodikliams. M. R. Lamothe'as ir J. S. Bradley [6] nagrinėjo 0,22, 0,32 kalibro startinio pistoleto ir 0,38 kalibro revolverio sukuriamus garso slėgio spektrus, jų priklausomybę nuo garso bangos kritimo kampų horizontalioje ir vertikalioje plokštumose. Darbe [7, 8] nagrinėjama keturių skirtingų impulsinių šaltinių trukmė, forma, spektras ir jų sukuriamas atspindžių struktūra. Tačiau šiuose darbuose nenagrinėjama, kokią įtaką įvairūs

garso šaltiniai turi tiesioginio garso bei maksimalios ir minimalios energijų pokyčiams, t. y. signalo ir triukšmo santykiui, kuris turi lemiamos įtakos matuojant aidėjimo trukmes.

Garso lauką galime sužadinti naudodami startinį ir garsinį pistoletus bei medžioklinį šautuvą. Kai kurie autoriai [2, 6, 3] tyrimams didelio tūrio salėse naudojo startinį pistoletą. Labai svarbu žinoti, ar garso šaltinis yra tinkamas tyrimams. Šių garso šaltinių yra skirtinga laiko trukmė ir spektras [7]. Dėl to jie sukuria ir skirtingą atspindžių struktūrą, ir jų energiją. Šiandien neaišku, kokį geriausią maksimalios ir minimalios energijų santykį ir jo spektrą sukurs skirtingi garso šaltiniai. Matavimams tai yra svarbu, nes nuo to labai priklauso signalo ir triukšmo santykis ir galimybė išmatuoti standartinę aidėjimo trukmę.

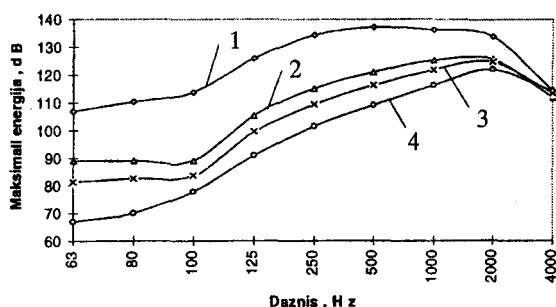
Šio darbo tikslas – tyrimais nustatyti, koks yra signalo ir triukšmo santykis sužadinant garso lauką 9 kalibro garsiniu pistoletu, 16 kalibro medžiokliniu šautuvu, startiniu ir žaisliniu pistoletais. Žaislinis pistoletas pasirinktas rezultatų palyginimui dar ir todėl, kad jis sukuria pageidaujamą trumpesnį impulsą negu kiti garso šaltiniai. Be to, jo spektras ir išspinduliuojama energija skiriasi nuo kitų garso šaltinių [7].

2. Maksimalios ir tiesioginio garso energijų priklausomybė nuo garso šaltinio tipo

Tyrinėjant salių akustiką visada būtina žinoti bet kokio proceso ne tik laikines, bet ir dažnines priklausomybes. 1 pav. pavaizduota, kaip kinta maksimalios garso energijos spektras, kai garso lauką sužadina skirtingi šaltiniai.

Garsinio pistoleto sužadinamos maksimalios energijos dažnių diapazonas yra 250–2000 Hz. Esant žemiems dažniams energija sumažėja apie 28 dB. Grafikas rodo, kad medžioklinio šautuvo energijos kitimo

pobūdis skiriasi nuo garsinio pistoleto energijos kitimo pobūdžio. Maksimali energija, kai dažnių diapazonas 63–100 Hz, nekinta, o toliau augant dažniui ji didėja, bet tik iki 2000 Hz – tuomet pasiekia maksimalią reikšmę. Kai dažnių diapazonas 63–500 Hz, medžioklinio šautuvo sužadinama energija yra net 15–30 dB mažesnė negu garsinio pistoleto. Didėjant dažniui šis skirtumas yra mažesnis ir siekia 5–10 dB. Startinio pistoleto maksimali energija yra 4–5 dB mažesnė negu medžioklinio šautuvo, kai dažnių diapazonas yra iki 1000 Hz, o toliau skirtumas yra mažas. Mažiausią energiją sukuria žaislinis pistoletas, o jos kitimo pobūdis pradėdamas 100 Hz yra panašus į startinio pistoleto ir medžioklinio šautuvo maksimalios energijos kitimo pobūdį.

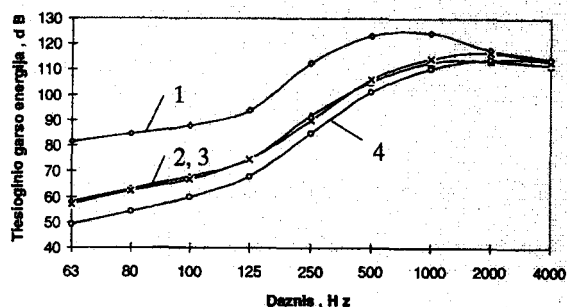


1 pav. Maksimalios energijos priklausomybė nuo dažnio ir garso lauko sužadinimo tipo: 1 – garsinis pistoletas; 2 – medžioklinis šautuvas; 3 – startinis pistoletas; 4 – žaislinis pistoletas

Fig 1. The dependence of maximum energy on frequency and the type of sound field excitation: 1 – sound pistol; 2 – hunting gun; 3 – start pistole; 4 – toy pistole

Akustiniams matavimams svarbu, kad garso šaltinis išspinduliuotų kuo daugiau žemųjų dažnių garso energijos. Šiuo atžvilgiu, kai dažnių diapazonas 125–250 Hz, garsinis pistoletas sužadina maksimalios energijos 20 dB daugiau negu medžioklinis šautuvas, 25 dB daugiau negu startinis pistoletas ir net 35 dB daugiau negu žaislinis pistoletas. Maksimalios jo išspinduliuojamos energijos dažnių diapazonas yra platus – 250–2000 Hz. Taigi garsinis pistoletas sužadinamos maksimalios energijos atžvilgiu yra gerokai pranašesnis už kitus tris garso šaltinius.

Naudingos informacijos apie įvairių šaltinių sužadinamą energiją gali duoti tiesioginio garso energija. 2 paveiksle pateikiama tiesioginio garso energijos priklausomybė nuo sužadinamo garso šaltinio tipo.



2 pav. Tiesioginio garso energijos priklausomybė nuo dažnio ir garso lauko sužadinimo tipo: 1 – garsinis pistoletas; 2 – medžioklinis šautuvas; 3 – startinis pistoletas; 4 – žaislinis pistoletas

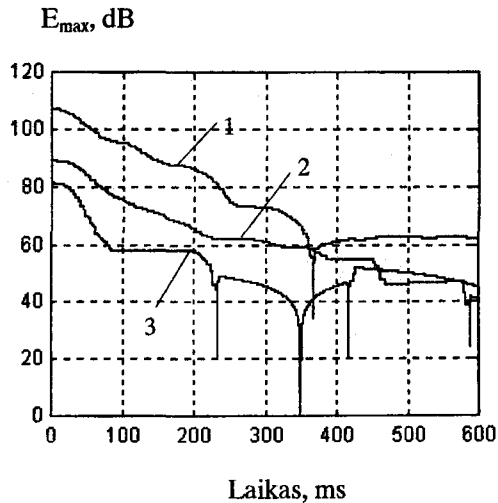
Fig 2. The dependence of direct sound energy on frequency and the type of sound field excitation: 1 – sound pistol; 2 – hunting gun; 3 – start pistole; 4 – toy pistole

Šiuo atveju rezultatai yra panašūs, kaip ir nagrinėjant maksimalią energiją. Tiesioginio garso energijos kitimo pobūdis visiems šaltinių tipams yra panašus iki 500 Hz. Maksimalią tiesioginio garso energiją sukuria ir garsinis pistoletas ir ji didėja didėjant dažniui. Maksimalias reikšmes ji turi esant 500 ir 1000 Hz dažniams. Medžioklinio šautuvo maksimali energija, kai dažnių diapazonas 125–500 Hz, yra apie 20 dB mažesnė negu garsinio pistoleto, o žaislinio pistoleto mažesnė apie 25 dB. Medžioklinio šautuvo, startinio ir žaislinio pistoletų sukuriamą tiesioginio garso energiją savo maksimumus pasiekia esant aukštesiems dažniams – 1000 ir 2000 Hz, o garsinis pistoletas energijos maksimumą sukuria esant 500 ir 1000 Hz dažniams. Taigi išspinduliuojant energiją garsiniu pistoletu gautami geriausi rezultatai.

3. Skirtingų garso šaltinių poveikis filtruoto signalo energijos slopinimui

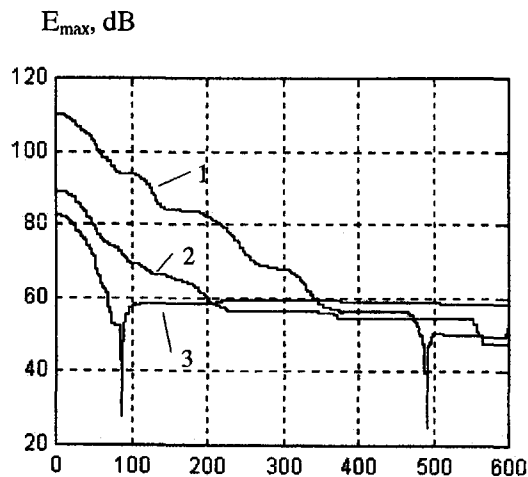
Energetinės garso lauko slopinimo kreivės buvo gautos taikant integralinį garso lauko slopinimo metodą pagal M. Schroederį [9] ir papildomai sumažinant foninio ir elektroninio triukšmų lygį. Analizuojant tyrimų rezultatus garso lauko slopinimo apatinis taškas sąlygiškai buvo nustatytas ten, kur prasideda vidaus triukšmai. Pagal tarptautinių standartų ISO 3382 [10] reikalavimus apatinis lauko slopinimo taškas turi būti 10 dB aukštesnis už triukšmų lygį. Visų keturių tipų šaltiniams filtravimas buvo atliktas oktavinėse dažnių juostose. Esant 63, 80 ir 100 Hz dažniams filtravimas

papildomai atliktas 1/3 oktavos juostų. Tai padaryta tam, kad būtų žinoma, ar pakankamai energijos sukuria visi šaltiniai esant labai svarbiems žemesiems dažniams. Tyrimų rezultatai dažniui esant 63 Hz pateikiami 3 paveiksle.



3 pav. Garso energijos slopimo priklausomybė nuo dažnio ir garso lauko sužadavimo skirtingo tipo garso šaltiniais: 1 – garsinis pistoletas; 2 – medžioklinis šautuvas; 3 – startinis pistoletas. Dažnis – 63 Hz

Fig 3. The dependence of sound energy decay on frequency and the type of sound field excitation: 1 – sound pistol; 2 – hunting gun; 3 – start pistole; 4 – toy pistole. Frequency 63 Hz



4 pav. Garso energijos slopimo priklausomybė nuo dažnio ir garso lauko sužadavimo skirtingo tipo garso šaltiniais: 1 – garsinis pistoletas; 2 – medžioklinis šautuvas; 3 – startinis pistoletas. Dažnis – 80 Hz

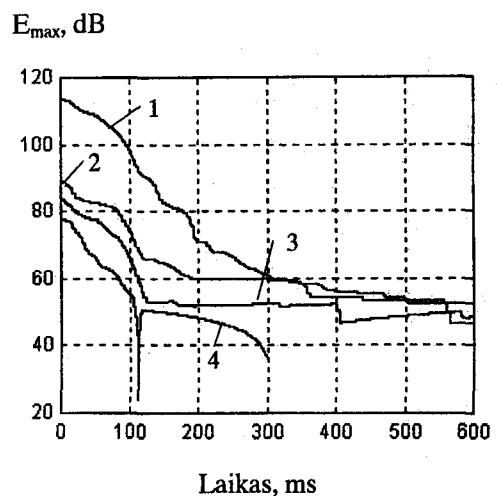
Fig 4. The dependence of sound energy decay on frequency and the type of sound field excitation. 1 – sound pistol; 2 – hunting gun; 3 – start pistole; 4 – toy pistole. Frequency 80 Hz

Grafikas rodo, kad sužadinant garso lauką garsiniu pistoletu skirtumas tarp maksimalios energijos ir triukšmų lygio sudaro apie 35 dB, o sužadinant medžiokliniu šautuvu šis skirtumas jau yra tik apie 20–22 dB. Startinis pistoletas žemųjų dažnių išspinduliuoja mažai ir jis yra netinkamas patalpų akustinei analizei esant 63 Hz dažniui.

4 pav. pateikiami garso lauko slopimai esant 80 Hz dažniui.

Esant 80 Hz dažniui skirtumas tarp maksimalios energijos ir triukšmų lygio sudaro apie 50 dB, kai garso laukas sužadinas garsiniu pistoletu, apie 27 dB, kai laukas sužadinas medžiokliniu šautuvu. Sužadinant lauką startiniu pistoletu lygis tarp maksimalaus signalo ir triukšmo lygio jau yra tik apie 20 dB ir jo nepakanka aidėjimo trukmės tiksliai analizei atlikti.

5 pav. pateikiami rezultatai esant 100 Hz dažniui.



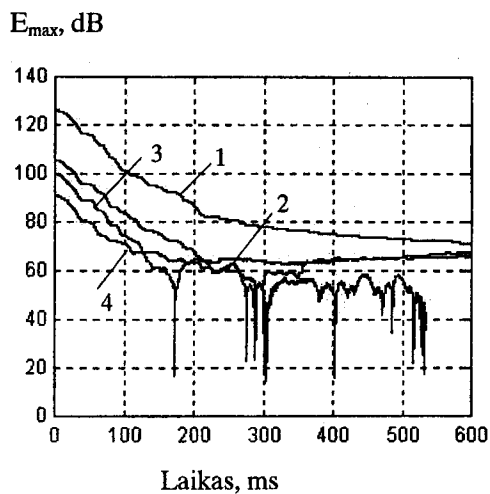
5 pav. Garso energijos slopimo priklausomybė nuo laiko ir garso lauko sužadavimo skirtingo tipo garso šaltiniais: 1 – garsinis pistoletas; 2 – medžioklinis šautuvas; 3 – startinis pistoletas; 4 – žaislinis pistoletas. Dažnis – 100 Hz

Fig 5. The dependence of sound energy decay on frequency and the type of sound field excitation: 1 – sound pistol; 2 – hunting gun; 3 – start pistole; 4 – toy pistole. Frequency 100 Hz

Šie tyrimai rodo, kad filtruojant 1/3 oktavos tik garsinis pistoletas sukuria apie 55 dB skirtumą tarp maksimalios energijos ir triukšmų lygio. Tuo tarpu medžioklinis šautuvas, startinis ir žaislinis pistoletai sukuria tik apie 25 dB slopimą ir to nepakanka, kad galima būtų apskaičiuoti aidėjimo trukmę. Taigi esant 80 ir 100 Hz dažniams galima atlikti aidėjimo proceso analizę tik

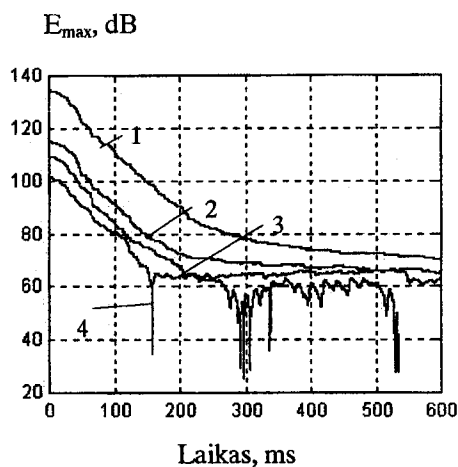
sužadinant garso lauką garsiniu pistoletu, bet ir tai ne visais atvejais. Esant 63 Hz dažniams ir sužadinant garso lauką garsiniu pistoletu galima atlikti tik ribotą aidėjimo proceso dažninę analizę. Reikia pažymėti, kad skirtumas tarp maksimalios energijos ir triukšmų lygio matuojant skirtingose patalpose bus skirtingas.

6 pav. pateikiami rezultatai, esant oktaviniam 125 Hz dažniui.



6 pav. Garso energijos slopimo priklausomybė nuo laiko ir garso lauko sužadavimo skirtingo tipo garso šaltiniai: 1 – garsinis pistoletas; 2 – medžioklinis šautuvas; 3 – startinis pistoletas; 4 – žaislinis pistoletas. Dažnis – 125 Hz

Fig 6. The dependence of sound energy decay on frequency and the type of sound field excitation: 1 – sound pistol; 2 – hunting gun; 3 – start pistole; 4 – toy pistole. Frequency 125 Hz



7 pav. Garso energijos slopimo priklausomybė nuo laiko ir garso lauko sužadavimo skirtingo tipo garso šaltiniai: 1 – garsinis pistoletas; 2 – medžioklinis šautuvas; 3 – startinis pistoletas; 4 – žaislinis pistoletas. Dažnis – 250 Hz

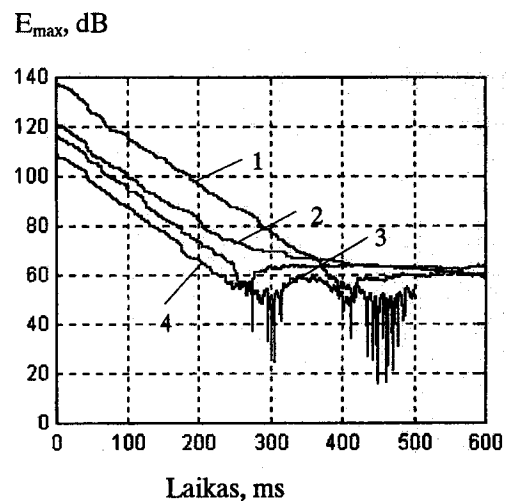
Fig 7. The dependence of sound energy decay on frequency and the type of sound field excitation: 1 – sound pistol; 2 – hunting gun; 3 – start pistole; 4 – toy pistole. Frequency 250 Hz

Esant šiam dažniui pakankamai didelį garso lauko slopimo skirtumą – apie 40 dB – sukuria garsinis pistoletas, medžioklinis šautuvas ir startinis pistoletas, nors pastarojo garso lauko kreivės slopimo pobūdis ir skiriasi nuo pirmų dviejų. Tai turi įtakos ir skaičiavimo rezultatams. Tuo tarpu žaislinis pistoletas sukuria per mažą energijos slopimo skirtumą, todėl šio šaltinio negalima panaudoti ir šių dažnių objektyviems rodikliams apskaičiuoti.

7 pav. pavaizduota, kaip kinta garso energija esant oktaviniam 250 Hz dažniui.

Šiuo atveju rezultatai jau yra kitokie. Garsinis pistoletas sukuria beveik 60 dB lauko slopimo skirtumą, medžioklinis šautuvas – beveik 50 dB, startinis pistoletas – beveik 40 dB ir žaislinis pistoletas – apie 45 dB. Tačiau šiuo atveju žaislinio pistoleto sukuriama lauko slopimo apatinis įvertinamas taškas yra esant apie 150 ms, o kitų šaltinių apie – 220 ms.

8 pav. pavaizduotas garso lauko slopimas esant 500 Hz oktaviniam dažniui.



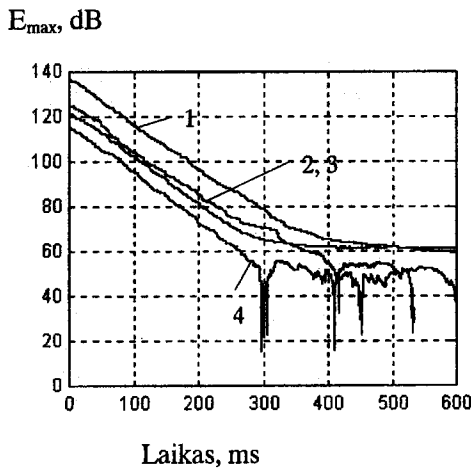
8 pav. Garso energijos slopimo priklausomybė nuo laiko ir garso lauko sužadavimo skirtingo tipo garso šaltiniai: 1 – garsinis pistoletas; 2 – medžioklinis šautuvas; 3 – startinis pistoletas; 4 – žaislinis pistoletas. Dažnis – 500 Hz

Fig 8. The dependence of sound energy decay on frequency and the type of sound field excitation: 1 – sound pistol; 2 – hunting gun; 3 – start pistole; 4 – toy pistole. Frequency 500 Hz

Esant šiam dažniui garso lauko slopimas yra pakankamai geras sužadinant lauką visais keturiais skirtingais garso šaltiniais. Garsinis pistoletas sukuria net 70 dB energijų skirtumą, medžioklinis šautuvas – 50 dB, startinis pistoletas – 52 dB ir žaislinis pistoletas

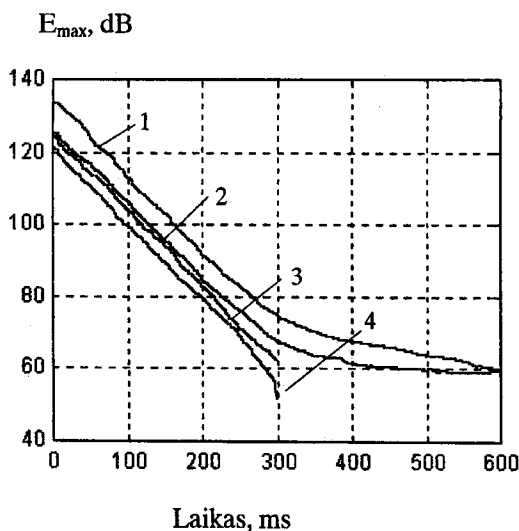
– 48 dB. Tokių sukuriamų energijų skirtumų pakanka akustinių rodiklių analizei.

9 pav. pavaizduotas garso lauko slopinimas esant 1000 Hz dažniui.



9 pav. Garso energijos slopinimo priklausomybė nuo laiko ir garso lauko sužadavimo skirtingo tipo garso šaltiniais: 1 – garsinis pistoletas; 2 – medžioklinis šautuvas; 3 – startinis pistoletas; 4 – žaislinis pistoletas. Dažnis – 1000 Hz

Fig 9. The dependence of sound energy decay on frequency and the type of sound field excitation: 1 – sound pistol; 2 – hunting gun; 3 – start pistole; 4 – toy pistole. Frequency 1000 Hz



10 pav. Garso energijos slopinimo priklausomybė nuo garso lauko sužadavimo skirtingo tipo garso šaltiniais: 1 – garsinis pistoletas; 2 – medžioklinis šautuvas; 3 – startinis pistoletas; 4 – žaislinis pistoletas. Dažnis – 2000 Hz

Fig 10. The dependence of sound energy decay on frequency and the type of sound field excitation: 1 – sound pistol; 2 – hunting gun; 3 – start pistole; 4 – toy pistole. Frequency – 2000 Hz

Šiuo atveju visi keturi naudoti garso šaltiniai ir netgi žaislinis pistoletas taip pat sukuria gerą garso lauko slopinimo skirtumą ir visais atvejais galime analizuoti aidėjimo procesą, esant skirtingiems garso lygių slopinimo intervalams.

10 pav. pavaizduotas garso lauko slopinimas esant 2000 Hz dažniui. Esant šiam dažniui visi keturi garso šaltiniai sukuria maksimalią garso energiją, kuri yra apie 60 dB didesnė už triukšmų lygį. Panašūs rezultatai gauti ir esant 4000 Hz dažniui. Tai rodo, kad esant aukštesiems dažniams netgi žaislinis pistoletas gali būti naudojamas akustiniams tyrimams. Jo privalumas yra tas, kad jo trukmė yra mažiausia iš visų keturių impulsų.

4. Išvados

1. Esant dažniui 63 ir 80 Hz nei vienas iš keturių garso šaltinių nesukuria pakankamo signalo ir triukšmo santykio, todėl šie garso šaltiniai negali būti naudojami aidėjimo trukmės tyrimams.

2. Esant dažniui 100 Hz aidėjimo trukmės matavimams galima naudoti tik garsinį pistoletą.

3. Esant vidutiniams ir aukštesiems dažniams visi keturi garso šaltiniai sukuria pakankamą signalo ir triukšmo santykį ir gali būti naudojami matavimams. Skirtingose patalpose šis santykis bus skirtingas.

Literatūra

1. M. Barron. The Gulbekian great hall, Lisbon, II; An acoustic study of a concert hall with variable stage // Journal of Sound and Vibration, 1978, 59 (4), p. 481-502.
2. L. Cremer. Early reflections in some modern concert halls // Journal Acoust. Soc. Amer. 85 (3), March 1989, p. 1213-1225.
3. J. S. Bradley. Auditorium acoustics measures from pistol shots // Journal Acoust. Soc. Amer. 80 (1), July 1986, p. 199-205.
4. J. S. Bradley. A Comparison of three theaters // Journal Acoust. Soc. Amer. 79 (6), June 1986, p. 1827-1832.
5. J. S. Bradley. A Comparison of three classical concert halls // Journal Acoust. Soc. Amer. 89 (3), March 1991, p. 1176-1192.
6. M. J. R. Lamothe and J. S. Bradley. Acoustical characteristics of guns as impulse sources // Can. Acoust., 13 (2), 1985, p. 16-24.
7. V. Stauskis, V. Kunigėlis. Įvairių tipų impulsinių garso šaltinių akustinės charakteristikos // Statyba, 1998, IV t., Nr. 4, p. 311-315.
8. V. J. Stauskis. Reflection Generated by Different Pulsed Sound Sources and Their Energy // 105th Con-

vention Audio Engineering Society. 1998 September 26-29, San Francisco, California, USA, No. 4386 (Q-7).

9. M. R. Schroeder. New method of measuring reverberation time // *Journal Acoust. Soc. Amer.*, 1965, Vol. 37, No 3, p. 409-412.
10. International standard ISO 3382: 1997(E). Acoustics-**Measurement of the reverberation time of rooms with reference to other acoustical parameters.** 20 p.

Iteikta 1999 03 19

THE PECULIARITIES OF THE SOUND FIELD ENERGY DECAY IN A ROOM WITH THE USE OF DIFFERENT PULSED SOUND SOURCES

V. J. Stauskis

S u m m a r y

The paper deals with the differences between the energy created by four different pulsed sound sources, ie a sound gun, a start gun, a toy gun, and a hunting gun. A knowledge of the differences between the maximum energy and the minimum energy, or the signal-noise ratio, is necessary to correctly calculate the frequency dependence of reverberation time.

It has been established by investigations that the maximum energy excited by the sound gun is within the frequency range of 250 to 2000 Hz. It decreases by about 28 dB at the low frequencies. The character of change in the energy created by the hunting gun differs from that of the sound gun. There is no change in the maximum energy within the frequency range of 63-100 Hz, whereas afterwards it increases with the increase in frequency but only to the limit of 2000 Hz. In the frequency range of 63-500 Hz, the energy excited by the hunting gun is lower by 15-30 dB than that of the sound gun. As frequency increases the difference is reduced and amounts to 5-10 dB. The maximum energy of the start gun is lower by 4-5 dB than that of the hunting gun in the frequency range of up to 1000 Hz, while afterwards the difference is insignificant.

In the frequency range of 125-250 Hz, the maximum energy generated by the sound gun exceeds that generated by the hunting gun by 20 dB, that by the start gun by 25 dB, and that by the toy gun - by as much as 35 dB. The maximum energy emitted by it occupies a wide frequency range of 250 to 2000 Hz. Thus, the sound gun has an advantage over the other three sound sources from the point of view of maximum energy.

Up until 500 Hz the character of change in the direct sound energy is similar for all types of sources. The maximum energy of direct sound is also created by the sound gun and it increases along with frequency, the maximum values being reached at 500 Hz and 1000 Hz. The maximum energy of the hunting gun in the frequency range of 125 - 500 Hz is lower by about 20 dB than that of the sound gun, while the maximum energy of the toy gun is lower by about 25 dB. The maximum of the direct sound energy generated by the hunting gun, the start gun and the toy gun is found at high

frequencies, ie at 1000 Hz and 2000 Hz, while the sound gun generates the maximum energy at 500 Hz and 1000 Hz. Thus, the best results are obtained when the energy is emitted by the sound gun.

When the sound field is generated by the sound gun, the difference between the maximum energy and the noise level is about 35 dB at 63 Hz, while the use of the hunting gun reduces the difference to about 20-22 dB. The start gun emits only small quantities of low frequencies and is not suitable for room's acoustical analysis at 63 Hz.

At the frequency of 80 Hz, the difference between the maximum energy and the noise level makes up about 50 dB, when the sound field is generated by the sound gun, and about 27 dB, when it is generated by the hunting gun. When the start gun is used, the difference between the maximum signal and the noise level is as small as 20 dB, which is not sufficient to make a reverberation time analysis correctly.

At the frequency of 100 Hz, the difference of about 55 dB between the maximum energy and the noise level is only achieved by the sound gun. The hunting gun, the start gun and the toy gun create the decrease of about 25 dB, which is not sufficient for the calculation of the reverberation time.

At the frequency of 125 Hz, a sufficiently large difference in the sound field decay amounting to about 40 dB is created by the sound gun, the hunting gun and the start gun, though the character of the sound field curve decay of the latter is different from the former two. At 250 Hz, the sound gun produces a field decay difference of almost 60 dB, the hunting gun almost 50 dB, the start gun almost 40 dB, and the toy gun about 45 dB.

At 500 Hz, the sound field decay is sufficient when any of the four sound sources is used. The energy difference created by the sound gun is as large as 70 dB, by the hunting gun 50 dB, by the start gun 52 dB, and by the toy gun 48 dB. Such energy differences are sufficient for the analysis of acoustic indicators.

At the high frequencies of 1000 to 4000 Hz, all the four sound sources used, even the toy gun, produce a good difference of the sound field decay and in all cases it is possible to analyse the reverberation process at varied intervals of the sound level decay.

Vytautas STAUSKIS. Doctor Habil, Professor. Dept of Building Structures. Vilnius Gediminas Technical University (VGTU), Saulėtekio al. 11, LT-2040 Vilnius, Lithuania.

Doctor (1974). From 1974 at VTU Dept of Building Structures. Research visits: Moscow Civil Engineering Institute, Sankt-Petersburg Politechnic Institute. Research interests: experimental testing of halls by primary hall models and on site, computer simulation of theoretic tasks, wave diffraction and reflections, direct sound and subjective acoustic indicators, large-dimension resonance structures, early attenuation of acoustic field and its relation to hall acoustics.