



Получена: 20.12.2019 г.

Приета: 22.01.2020 г.

АНАЛИЗ НА ВЛИЯНИЕТО НА РАЗЛИЧИЯТА В УСЛОВИЯТА НА ИЗМЕРВАНЕ ВЪРХУ ЗВУКОИЗОЛАЦИЯТА НА ТЪНКИ СТРОИТЕЛНИ ЕЛЕМЕНТИ ЗА РЕАЛНИ УСЛОВИЯ И ЧРЕЗ УМАЛЕНА КАМЕРА

С. Джамбова¹, Н. Иванова²

Ключови думи: акустика, звукоизолация, строителна физика, строителни материали

РЕЗЮМЕ

Сравнени са резултатите от два начина на оценка на звукоизолацията на OSB плоскости с дебелина 10 mm. Първият начин е с използването на Лабораторна умалена звукоизолирана камера, изградена в катедра „Физика” на УАСГ. За по-големи образци на същите плоскости с размери 90/200 cm е извършено измерване на индекса на звукоизолация в реални условия съгласно европейски стандарт БДС EN ISO 16283. Сравнени са резултатите от измерванията и изчислението на звукоизолацията с помощта на софтуерната програма INSUL.

Сравнението показва много добро съвпадение, особено за средните честоти. Измерването на звукоизолацията на строителни плоскости в реални условия потвърждава използваемостта на Лабораторната умалена звукоизолирана камера за сравнителни оценки и първоначални становища с цел подобряване на звукоизолационните качества на строителните материали и конструкции.

¹ Светлана Джамбова, доц. д-р, кат. „Физика”, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“, № 1, 1064 София, e-mail: std_fhe@uacg.bg

² Наталия Иванова, ас., кат. „Физика”, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“, № 1, 1064 София, e-mail: natalia9010@abv.bg

1. Въведение

Изследвания и разработки в областта на строителната акустика са безспорно необходими във връзка с изпитвания за осигуряване на основните изисквания към строежите съгласно Регламент (ЕС) 305/2011 [1] за строителните продукти, както и за събуждане на интерес за професионално развитие в тази област с цел изпълнение на комфорт-комфортни за обитателите сгради.

В областта на акустиката има незасегнати области и недостиг на специалисти, а необходимостта от знания ще расте поради нарастващите изисквания.

Много от европейските университети работят усилено в тази област като имат напълно оборудвани лаборатории по стандарт за сертифициране на строителни материали и елементи (напр. в Шутгарт [2], ТУ – Берлин, ТУ – Виена).

Успоредно с това с учебна цел и за сравняване на резултатите някои от тях имат разработени малки акустични камери за оценяване на звукоизолацията, подобни на Лабораторна умалена звукоизолирана камера [3, 4], изградена в катедра „Физика“ в УАСГ и използвана за това изследване.

Целта на настоящото изследване е за OSB плоскости с дебелина 10 mm да се сравнят резултатите от два начина на измервания и оценка на звукоизолацията по честоти:

- чрез Лабораторната умалена звукоизолирана камера в катедра „Физика“ и
- в реални условия съгласно европейски стандарт БДС EN ISO 16283 [5].

За същите плоскости е направено и теоретично изчисление на звукоизолацията по честоти с помощта на софтуерната програма INSUL [6].

Резултатите от измерванията и изчислението са сравнени графично и са анализирани.

2. Измерване с Лабораторна умалена звукоизолирана камера



Фиг. 1. Външен вид на използваната звукоизолирана камера

Лабораторната умалена звукоизолирана камера е изградена в катедра „Физика“ на Университета по архитектура, строителство и геодезия с цел лесното и бързо измерване на звукоизолационните показатели на тънки елементи за първоначална оценка и сравнение. Описания на камерата, както и на метода на измерване са представени подробно в статии в Годишника на УАСГ [3, 4]. Честотната област на измерванията е от 500 до 8000 херца заради малкия размер на камерата. Снимка на камерата е представена на фиг. 1.

Прилага се метод на измерване на разликата в нивата на звуковото налягане преди и след изследвания образец. Образецът е изложен на високо ниво на звуково налягане от 93 dB от страна на шумното излъчващо помещение, съпадащо с камерата с обем 0,61 m³. Високото ниво на звуковото налягане се измерва в 3 различни точки от обема на камерата и се осреднява.

Нивото на пропуснатото звуково налягане се измерва на разстояние 70 cm от образца в приемното помещение. Използва се натрупващ терц-октавен шумомер. Измерва се и се отчита влиянието на фоновия шум. Времето на реверберация на приемното помещение е измерено в предишно изследване [7] и също се отчита.

3. Измерване в реални условия

Измерването в реални условия е съгласно изискванията на стандарт БДС EN ISO 16283-1 за измерване на място на звукоизолацията в сгради и на строителни елементи [5]. Използваната апаратура съгласно стандарта се състои от високоговорител с форма на додекаедър Ntek, цифров усилвател на звук Audac и натрупващ терц-октавен шумомер Pulsar Quantifier. Снимка на част от използваната апаратура е представена на фиг. 2.



Фиг. 2. Някои елементи на използваната апаратура

Измерването на изолацията от въздушен шум съгласно стандарт БДС EN ISO 16283-1 се извършва, след като се избере едно помещение за помещение източник. В случая е избран външен коридор пред учебна лаборатория. В него се поставят източникът на звук, усилвателят и високоговорителят. Избира се и друго помещение като помещение приемник, в случая учебната лаборатория. Образецът от OSB плоскости с размер 90/200 cm е поставен на мястото на вратата и е плътно прикрепен към касата на вратата. Нивото на звуково налягане в двете помещения се измерва с терц-октавен шумомер при включен източник.

При измерването звукът се генерира от компютърен файл на розов шум, усилва се от цифров усилвател и се разпространява от високоговорител с форма на додекаедър във всички посоки. Последният се поставя в две различни позиции с разстояние между тях повече от 1,4 m. Разстоянието между границите на помещението и високоговорителя са по-големи от 0,5 m, а между преградата и високоговорителя – повече от 1 m.

Измерването на нивата на звуково налягане се осъществява с терц-октавен шумомер в три позиции, като се спазва изискването те да не попадат в една равнина с границите на помещението. По този начин са спазени условията на стандарта за измерване в реални условия.

Освен това е измерен и отчетен фоновият шум в помещението приемник. Времето на реверберация на помещението приемник е предварително измерено съгласно ISO 3383-2 в предишно наше измерване [7], възлиза средно на 1,77 s и също се отчита при обработката на резултатите.

Нивата на звуково налягане и фоновият шум са измерени по стандартен метод чрез неподвижен микрофон с ръчно преместване. Тъй като помещенията са над 25 m³, (помещението приемник е с обем 219 m³), измерванията са осъществени за честоти от 500 до 5000 Hz.

Резултатите от измерванията и обработката им са представени в табл. 1.

Таблица 1. Индекс на действителна звукоизолация по честоти, получени от измерване съгласно стандарт БДС EN ISO 16283-1

Честота	Ниво в помещението източник	Ниво в помещението приемник	Фонов шум	Корекция за фонов шум	Време на реверберация (приемно помещение)	A	R'
[Hz]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[s]	m ²	[dB]
500	75,80	52,03	16,73	52,0	1,28	10,2	16,7
630	77,20	50,87	19,67	50,9	1,41	9,3	19,7
800	79,43	52,77	15,13	52,8	1,49	8,8	20,2
1000	77,30	49,13	16,13	49,1	1,59	8,2	22,0
1250	76,67	46,00	17,07	46,0	1,58	8,3	24,5
1600	78,87	46,83	13,50	46,8	1,54	8,5	25,8
2000	79,37	46,20	13,27	46,2	1,54	8,5	26,9
2500	76,73	44,40	13,37	44,4	1,38	9,5	25,6
3150	72,77	42,90	12,40	42,9	1,33	9,8	23,0
4000	69,23	38,60	12,07	38,6	1,29	10,1	23,6
5000	66,87	34,57	11,53	34,6	1,18	11,1	24,9

Стойностите за звукоизолацията по честоти R' в dB се изчисляват по формулата:

$$R' = L_1 - L_2 + \log(S/A), \quad (1)$$

където L_1 е ниво на звуковото налягане в помещението източник в dB,

L_2 – ниво на звуковото налягане в помещението приемник в dB,

A – еквивалентна площ на звукопоглъщане в помещението приемник в m²,

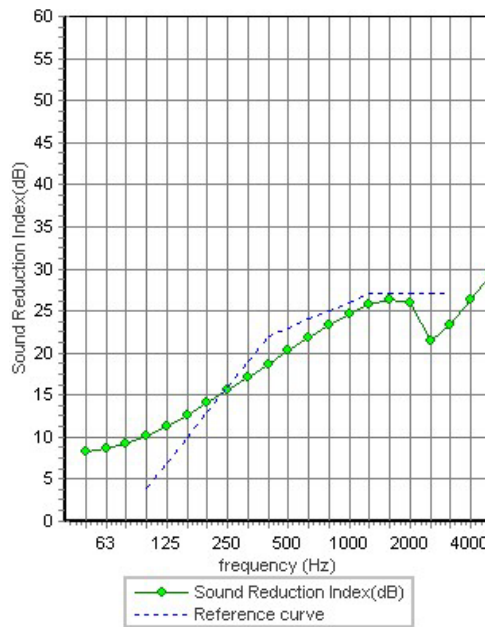
S – площ на отвора, в който е монтиран образецът в m².

4. Изчисление с INSUL

INSUL е програма за изчисляване на звукоизолацията на стени, подове и тавани. Основно се използва за приблизителна оценка на звукоизолацията на многослойни строителни елементи при зададени характеристики на отделния слой [6]. В табл. 2 са дадени резултатите от изчисленията на звукоизолацията на OSB плоскостите с тази програма. А на фиг. 3 е представена графиката по честоти на резултатите.

Таблица 2. Звукоизолация по честоти, изчислени с INSUL

frequency (Hz)	R(dB)	R(dB)
50	8	
63	9	9
80	9	
100	10	
125	11	11
160	13	
200	14	
250	16	15
315	17	
400	19	
500	20	20
630	22	
800	23	
1000	25	24
1250	26	
1600	26	
2000	26	24
2500	21	
3150	23	
4000	26	26
5000	29	



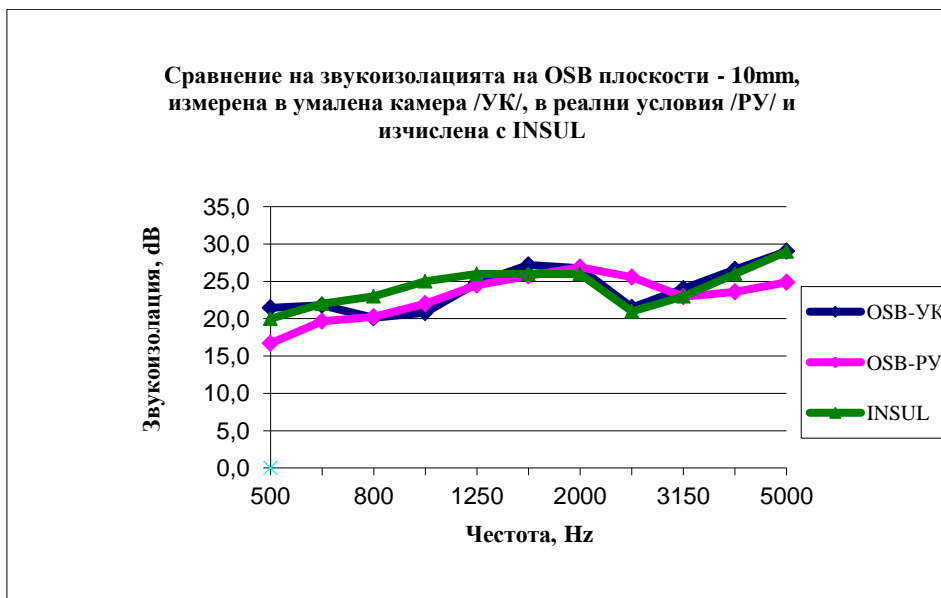
Фиг. 3. Графика на звукоизолацията по честоти, изчислени с INSUL

5. Сравнение на резултатите от измерванията и изчислението

Резултатите за звукоизолацията са представени по честоти за двата начина на измерване и теоретичното изчисление, както в таблична форма в табл. 3, така и графично на фиг. 4.

Таблица 3. Звукоизолация по честоти, измерени в умалена камера /УК/, в реални условия /РУ/ и изчислени с INSUL.

<i>f</i> , Hz	OSB-УК	OSB-РУ	INSUL
500	21,5	16,7	20,0
630	21,8	19,7	22,0
800	20,1	20,2	23,0
1000	20,8	22,0	25,0
1250	24,8	24,5	26,0
1600	27,2	25,8	26,0
2000	26,8	26,9	26,0
2500	21,5	25,6	21,0
3150	24,0	23,0	23,0
4000	26,6	23,6	26,0
5000	29,0	24,9	29,0



Фиг. 4. Графика на звукоизолацията по честоти, измерени в умалена камера, в реални условия и изчислени с INSUL

Стойностите от трите графики на фиг. 4 като цяло показват добро съвпадение. Сравнението между стойностите от измерванията с умалената камера и в реални условия показват:

- разминаване при ниските честоти до 800 Hz поради ограниченията на измерванията с умалена камера в този диапазон;
- много добро съвпадение в средния диапазон (800 – 2000 Hz), който е важен за оценката на звукоизолация на строителните материали.

Що се отнася до резултатите от теоретичното изчисление, те имат приблизителен характер и в случая служат за допълнително потвърждаване на експерименталните резултати.

По-нататъшните изследвания ще се съсредоточат върху по-доброто звукоизолиране при закрепването на образеца от експеримента в реални условия, което ще доведе до повишаване на точността на измерването.

6. Заключение

- Експериментално по два различни начина (чрез лабораторна камера и в реални условия) е оценена звукоизолацията по честоти за строителни плоскости и стойностите показват много добро съвпадение, особено за средните честоти.
- Резултатите дават представа за евентуалните слабости на изследвания образец и възможности за по-нататъшни разработки с цел подобряване на звукоизолационните му качества.
- Измерването на звукоизолацията на строителни плоскости в реални условия потвърждава използваемостта на Лабораторната умалена звукоизолирана камера за сравнителни изследвания и първоначални становища, подобни на описаните в [8, 9].

Благодарности

Това изследване е реализирано със съдействието на ЦНИП при УАСГ – София по договор № БН-200/17 „Прецизиране на физичните характеристики (звукоизолационни и слънцотражателни) на материали за ограждащи конструкции“.

ЛИТЕРАТУРА

1. Регламент (ЕС) № 305/2011 на Европейския парламент и на Съвета от 9 март 2011 година за определяне на хармонизирани условия за предлагането на пазара на строителни продукти и за отмяна на Директива 89/106/ЕИО на Съвета. Текст от значение за ЕИП.

2. <https://www.hft-stuttgart.de/Studienbereiche/Bauphysik/Bachelor-Bauphysik/Einrichtungen/ZFB/index.html/de>.

3. Джамбова, С., Плешкова-Бекярска, С., Недков, Ц. Лабораторна шумозаглушена камера за оценка на звукоизолацията на преградни елементи”. Юбилейна международна научно-техническа конференция “65 години Хидротехнически факултет и 15 години немско-езиково обучение”, 6-7 ноември 2014.

4. Джамбова, С., Недков, Ц., Христов, И. Изследване на възможностите на лабораторна звукоизолирана камера за оценка на шумоизолацията на строителни елементи. // Годишник на УАСГ, том 49, св. 4, с. 141 – 148, София, 2016.

5. БДС EN ISO 16283-1. 2014, Акустика. Измерване на място на звукоизолацията в сгради и на строителни елементи. Част 1: Измерване на изолация от въздушен шум.

6. <http://www.insul.co.nz/>.

7. Джамбова, С., Стойчев, И., Иванова, Н. Влияние на времето на реверберация върху лабораторни сравнителни изследвания на шумоизолацията. // Годишник на УАСГ, 2017, 50 (3): 115-123.

8. Джамбова, С., Иванова, Н. Влияние на нанокерамичните покрития върху звукопреминаването през тънки преградни елементи. // Годишник на УАСГ, 2018, 51 (2): 171-178.

9. Джамбова, С., Иванова, Н. Изследване на звукоизолационната способност на съчетани строителни елементи. // Годишник на УАСГ, 2018, 51 (5): 181-187.

ANALYSIS OF THE EFFECT OF THE DIFFERENCES IN THE MEASUREMENT CONDITIONS ON THE SOUND INSULATION OF SLIM CONSTRUCTION ELEMENTS FOR REAL CONDITIONS AND THROUGH A SMALL-SCALE SOUNDPROOF CHAMBER

S. Djambova¹, N. Ivanova²

Keywords: format acoustics, sound insulation, building physics, building materials

ABSTRACT

The results of two methods of evaluating the sound insulation of 10 mm thick OSB boards have been compared. The first method utilizes the Laboratory small-scale soundproof chamber, built in the Department of Physics at UACEG. For larger specimens of 90 cm by 200 cm of the same material boards, the real-time sound insulation index has been measured according to European Standard BDS EN ISO 16283. The results of the experimental measurements have been compared to the theoretical calculation of the sound insulation, obtained using INSUL software.

The comparison shows a very good match, especially for the middle frequencies. Measurement of sound insulation of building boards under real conditions confirms the usability of the Laboratory Small Sound-scale Soundproof Chamber for comparative evaluations and initial statements in order to improve the sound insulation properties of building materials and structures.

¹ Svetlana Djambova, Assoc. Prof. Dr., Dept. "Physics", UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1064, e-mail: std_fhe@uacg.bg

² Natalia Ivanova, Assist. Prof., Dept. "Physics", UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1064, e-mail: natalia9010@abv.bg