



Получена: 20.03.2019 г.

Приета: 29.07.2019 г.

## ОЦЕНКА НА ЗВУКОИЗОЛАЦИОННИ КАЧЕСТВА НА МАТЕРИАЛИ С ДОКАЗАНИ ТОПЛОИЗОЛАЦИОННИ, СЛЪНЦЕОТРАЖАТЕЛНИ И ДРУГИ СВОЙСТВА

С. Джамбова<sup>1</sup>, Н. Иванова<sup>2</sup>, Р. Джамбов<sup>3</sup>

*Ключови думи:* акустика, звукоизолация, строителна физика, строителни материали, нанокерамични покрития

### РЕЗЮМЕ

Сравнена е звукоизолацията на плоскости от OSB /Oriented Strand Board/ с дебелина 10 mm с нанесено нанопокритие и на плоскости от OSB със същата дебелина с нанесена боя на водна основа. Оценката е извършена за големи образци с размери 90/200 cm в реални условия съгласно европейски стандарт БДС EN ISO 16283. Резултатите за плоскостите с нанесено нанопокритие показват подобряване на звукоизолацията до 2 dB в по-високите честоти над 800 Hz в сравнение с плоскостите с нанесена боя.

Проведено е сравнително изследване на звукоизолацията на сандвич панели с пълнеж от минерална вата или иновативен материал ТИПРОТ – нискобюджетна алтернатива на минералната вата. Измерванията са проведени с помощта на Лабораторна умалена звукоизолирана камера, изградена в катедра „Физика” на УАСГ. Резултатите от изследването допринасят за повишаване на качеството на иновативните материали.

### 1. Въведение

Актуалността на борбата с вредния за човека шум не се нуждае от доказване. Акустичният комфорт е важна част от качеството на живот – основна тема в европей-

---

<sup>1</sup> Светлана Джамбова, доц. д-р, кат. „Физика”, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: std\_fhe@uacg.bg

<sup>2</sup> Наталия Иванова, ас., кат. „Физика”, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: natalia9010@abv.bg

<sup>3</sup> Райчо Джамбов, инж., Иконодом ООД, ул. „Кричим“ № 3, 1407 София, e-mail: ikonodom123@abv.bg

ските програми Хоризонт 2020 (като част от темата „Интелигентни градове и общества“) и сред приоритетите на МОН и ФНИ. Основна тенденция в европейските държави е установяването на все по-точни и строги норми за звукоизолация. Задължителните шумови карти, направени и у нас, показват значително повишаване на нивата на шум в големите градове. Това налага превантивни мерки за защита от шум и подобряване на звукоизолацията на ограждащите конструкции.

Звукоизолационните и другите характеристики по принцип се разглеждат поотделно от нормативна и от изследователска гледна точка. Те обаче се съчетават при използването на конструкциите, което прави зависимостта между различните физически характеристики на материалите широко поле за изследване и оптимизиране.

В първата част на нашето изследване са оценени звукоизолационните качества на нанокерамично покритие за ограждащи конструкции, което е доказано слънцезащитно, хидроизолационно и антиплесенно [1]. В предишното ни изследване [1] на звукопреминаването през малки образци от гипскартон, от OSB и от ламарина, без и с наносено нанокерамично покритие, е установен най-добър ефект на нанопокритието върху плоскостите от OSB. По тази причина обект на настоящото изследване са плоскостите от OSB с по-голям размер (90×200 cm) и в реални условия. Сравнено е влиянието върху звукоизолацията на плоскостите както на нанопокритията, така и на боя на водна основа. Тъй като лабораторното измерване по европейски стандарт изисква специализирана лаборатория, измерванията бяха направени според изискванията на европейски стандарт за Измерване на място на звукоизолацията в сгради и на строителни елементи (БДС EN ISO 16283).

Във втората част на изследването се търси съчетание на топлоизолационни и звукоизолационни свойства на сандвич панели с пълнеж от иновативен материал ТИППОТ (Топлоизолационен Продукт от Рециклирани Отпадъци от Текстил). С помощта на Лабораторната умалена звукоизолирана камера са оценени и сравнени звукоизолационните качества на сандвич панели с пълнеж от ТИППОТ1, от ТИППОТ2 и от минерална вата.

## **2. Експериментална постановка и процедура на измерване на звукоизолацията през образците**

### **2.1. Натурно измерване на звукоизолацията на елемент с по-голям размер и сравнителна оценка на звукоизолацията на OSB плоскости със и без нанопокритие в реални условия**



**Фиг. 1.** Снимка на използваните високоговорител – додекаедър и шумомер

Методът на измерване и апаратурата в този експеримент са съгласно изискванията на стандарт БДС EN ISO 16283-1 за измерване на място на звукоизолацията в сгради и на строителни елементи [2]. Използвани са 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. 1.

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 OSB плоскост с дебелина 10 mm и размери 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 терцоктавен 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 положения на разстояние между тях повече от 1,4 m. Разстоянията 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 измерване [3] и възлиза средно на 1,77 s и също се отчита при обработката на резултатите.

Нивата на звуково налягане и фоновия шум са измерени по стандартен метод чрез неподвижен микрофон с ръчно преместване. Тъй като помещенията са над 25 m<sup>3</sup>, (помещението приемник е с обем 219 m<sup>3</sup>), измерванията са осъществени за честоти от 500 до 5000 Hz.

## **2.2. Сравнителна оценка на звукоизолацията на сандвич панели с пълнеж от минерална вата или иновативен материал ТИПРОТ**

Измерванията са проведени с помощта на Лабораторна умалена звукоизолирана камера, изградена в катедра „Физика” на Университета по архитектура, строителство и геодезия. Описание на камерата е представено в [4, 5]. Възможни са оценки на звукоизолацията на строителни материали за честотна област от 500 до 8000 Hz. Снимка на камерата е представена на фиг. 2. 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, съвпадащо с камерата с обем 0,61 m<sup>3</sup>. Високото ниво на звуковото налягане се измерва в 3 различни точки от обема на камерата и се осреднява.

Нивото на звуковото налягане, пропуснато от образца, се измерва от страна на тихото приемащо помещение (обем 219 m<sup>3</sup>) на 70 cm от камерата също за 3 различни позиции на шумомера и се осреднява за всеки образец. Използва се натрупващ терцоктавен шумомер марка Pulsar Quantifier.

Звукоизолацията по честоти представлява разликата между високо и пропуснато ниво на звуково налягане за всеки образец, измерена по терц октавни честоти.

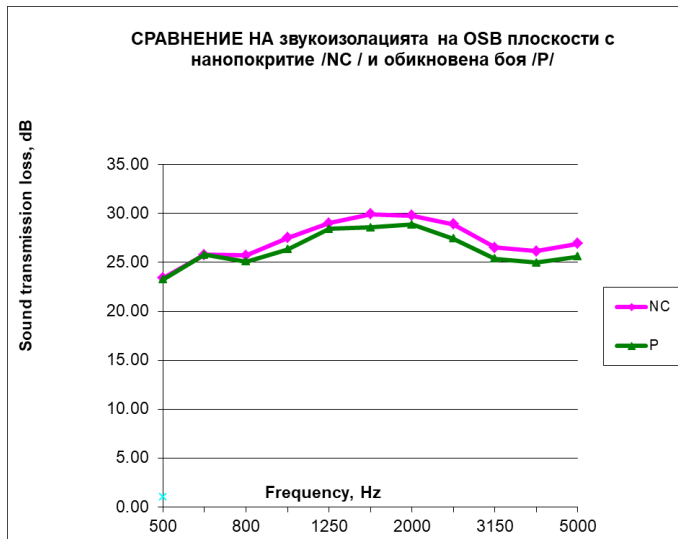


Фиг. 2. Външен вид на Лабораторната умалена звукоизолирана камера

### 3. Резултати от измерванията

#### 3.1. Натурно измерване на звукоизолацията на елемент с по-голям размер и сравнителна оценка на звукоизолацията на OSB плоскости със и без нанопокритие в реални условия

В реални условия е измерено влиянието на покритията върху звукоизолацията на OSB плоскости 10 mm. Сравнена е звукоизолацията на плоскости с нанесено нанопокритие и на същите с нанесена боя на водна основа. Резултатите, представени на фиг. 3, показват леко положително влияние на нанопокритието в по-високите честоти над 800 Hz. В ниските честоти не се забелязва такъв ефект, поради което те не са представени на графиката.



Фиг. 3. Графики на звукоизолацията на OSB плоскости с нанесено нанопокритие и на същите с нанесена обикновена боя

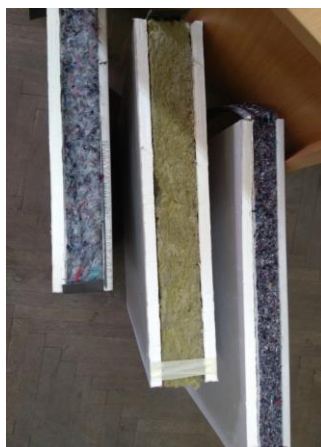
### 3.2. Сравнителна оценка на звукоизолацията на сандвич панели с пълнеж от минерална вата или иновативен материал ТИПРОТ

Изследваните образци отляво надясно на фиг. 4 са:

1. Сандвич панел от Гипсокартон 12,5 mm с пълнеж от ТИПРОТ1.
2. Сандвич панел от Гипсокартон 12,5 mm с пълнеж от Минерална вата 4 cm.
3. Сандвич панел от Гипсокартон 12,5 mm с пълнеж от ТИПРОТ2.

Размер на образца: 56,5 cm × 53,5 cm.

Температура на въздуха в приемащото помещение: 24 °С.



Фиг. 4. Снимка на изследваните образци: Сандвич панели от Гипсокартон 12,5 mm с пълнеж от: ТИПРОТ1, Минерална вата (4 cm) и ТИПРОТ2

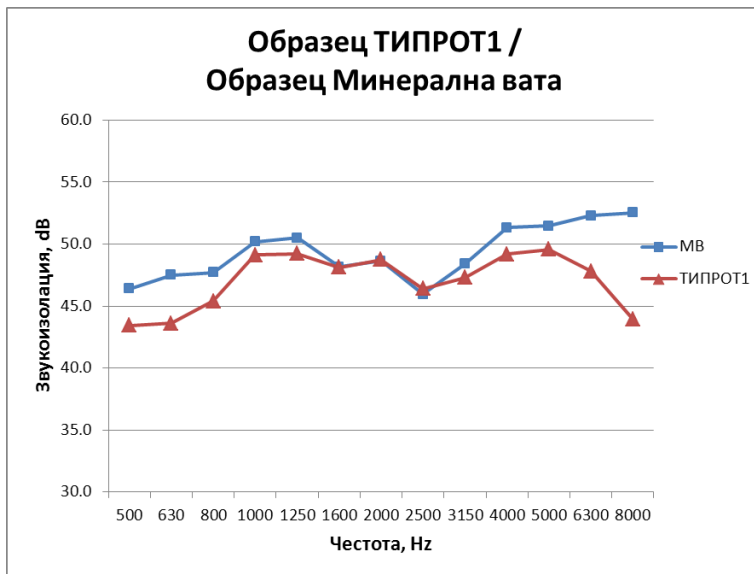
Резултатите от оценката на звукоизолацията на различните образци са обобщени в табл. 1. За средните терц октавни честоти в областта от 500 до 8000 Hz е представена разликата в нивата на звуковите налягания за всеки образец.

Таблица 1. Експериментално измерена звукоизолация на образците в dB по честоти

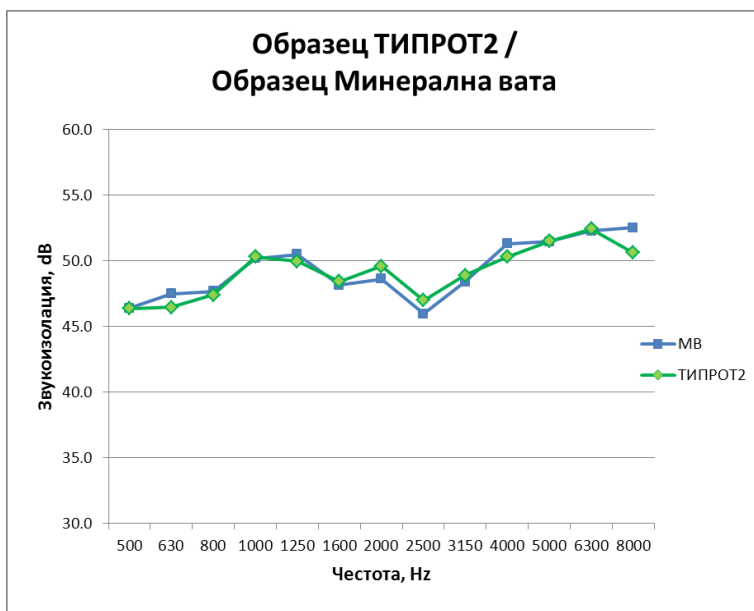
Честота, Hz	Образец с Минерална вата	Образец с ТИПРОТ1	Образец с ТИПРОТ2
500	46,4	43,4	46,4
630	47,5	43,6	46,5
800	47,7	45,4	47,4
1000	50,2	49,1	50,3
1250	50,5	49,2	50,0
1600	48,2	48,1	48,4
2000	48,6	48,7	49,6
2500	46,0	46,4	47,0
3150	48,4	47,3	48,9
4000	51,3	49,2	50,3
5000	51,5	49,6	51,5
6300	52,3	47,8	52,4
8000	52,5	44,0	50,6

На фиг. 5 е изобразена сравнителна оценка на звукоизолацията на Образец с материал ТИПРОТ1 и Образец с Минерална вата за честотната област 500 – 8000 Hz.

На следващата фиг. 6 графично е представена сравнителната оценка на звукоизолацията на Образец с материал ТИПРОТ2 и Образец с Минерална вата за областта от 500 до 8000 Hz.



Фиг. 5. Графики на звукоизолацията на Образец ТИПРОТ1 и Образец Минерална вата



Фиг. 6. Графики на звукоизолацията на Образец ТИПРОТ2 и Образец Минерална вата

## 4. Заключение

- В реални условия е измерено влиянието на покритията върху звукоизолацията на OSB плоскости с дебелина 10 mm. Сравнена е звукоизолацията на плоскости с нанесено нанопокритие и на същите с нанесена боя на водна основа. Резултатите показват леко положително влияние на наопокритието в по-високите честоти над 800 Hz. В ниските честоти не се забелязва такъв ефект, поради което те не са представени на графиката.
- Материалът ТИПРОТ1 отстъпва по звукоизолация на минералната вата, освен в областта от честоти 1600 – 2500 Hz. Образецът с материал ТИПРОТ2 демонстрира звукоизолационни свойства, сходни с образеца, включващ минерална вата, като в областта 1600 – 3150 Hz дори го превъзхожда.

## Благодарности

Това изследване е реализирано със съдействието на ЦНИП при УАСГ – София по договор № БН-200/17 „Прецизиране на физичните характеристики (звукоизолационни и слънцеотражателни) на материали за ограждащи конструкции“. Изказваме благодарност на арх. д-р О. Симов за предоставяне на нанопокритието и на фондация Habitat for Humanity за предоставяне на образците ТИПРОТ.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Джамбова, С., Иванова, Н. Влияние на нанокерамичните покрития върху звукопреминаването през тънки преградни елементи. // Годишник на УАСГ, 2018, 51 (2): 171-178.
2. 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.
3. 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.
4. Джамбова, С., Пleshкова-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 немскоезиково обучение”, 6-7 ноември 2014.
5. Джамбова, С., Недков, Ц., Христов, И. Изследване на възможностите на лабораторна звукоизолирана камера за оценка на шумоизолацията на строителни елементи. // Годишник на УАСГ, 2016, 49 (4): 141-148.

# EVALUATION OF SOUND-INSULATING QUALITIES OF MATERIALS PROVIDED WITH HEAT-INSULATING, SUN-REFLECTING AND OTHER PROPERTIES

S. Djambova<sup>1</sup>, N. Ivanova<sup>2</sup>, R. Dzhambov<sup>3</sup>

*Keywords:* acoustics, sound insulation, building physics, building materials, nanoceramic covering

## ABSTRACT

The sound insulation of OSB boards (10 mm thick) with a nanocovering and OSB boards with water-based paint has been compared. The evaluation is performed for large samples of 90/200 cm in real conditions according to the European standard BDS EN ISO 16283. The results show a slightly positive impact of the boards with nanocovering at the higher frequencies above 800 Hz.

A comparative study of the sound insulation of sandwich panels with mineral wool filling or innovative material filling TIPROT – a low-cost alternative of mineral wool has been carried out. The measurements are performed with the use of a Laboratory small soundproof chamber, built in the Department of Physics of UACEG. The results of the study contribute to the increase of the quality of the innovative materials.

---

<sup>1</sup> Svetlana Djambova, Assoc. Prof. Dr., Dept. "Physics", UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: std\_fhe@uacg.bg

<sup>2</sup> Natalia Ivanova, Assist., Dept. "Physics", UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: natalia9010@abv.bg

<sup>3</sup> Raytcho Dzhambov, Eng., Ikonodom Ltd, 3 Krichim Str., Sofia 1407, e-mail: ikonodom123@abv.bg