



БІДА Д. В.

Канд. техн. наук., старший науковий співробітник, ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій», м. Київ, Україна
Тел.: +38 (063) 930 11 92
e-mail: d.bida@ndibk.gov.ua
ORCID : 0000-0001-5185-0927

ЗАЛЕЖНІСТЬ РЕВЕРБЕРАЦІЙНОГО КОЕФІЦІЄНТУ ЗВУКОПОГЛИНАННЯ ВОЛОКНИСТИХ МАТЕРІАЛІВ ВІД ЩІЛЬНОСТІ ТА СКЛАДУ МАТЕРІАЛУ

АНОТАЦІЯ

Звукопоглинання грає важливу роль у звукоізоляційних облицюваннях, визначаючи їх ефективність у блокуванні звукових хвиль та створенні комфортного акустичного середовища всередині приміщення.

Звукопоглинаючі матеріали поглинають звукові хвилі замість того, щоб відбивати їх назад у приміщення. Це допомагає зменшити ехо та реверберацію, що робить звук всередині приміщення більш чистим та приємним для слуху.

Звукопоглинаючі матеріали також можуть покращити звукоізоляційні характеристики конструкційних елементів приміщення (стіни, стелі, облицювання стін та стелі), зменшуючи проникнення звуку ззовні та зменшуючи перехід звуку між приміщеннями. Це особливо корисно у багатоквартирних будинках, офісах та комерційних будівлях, де важливо зберегти конфіденційність та комфорт.

У представленій статті розглядається порівняльний аналіз результатів лабораторних випробувань ревербераційного коефіцієнту звукопоглинання (далі – РКЗП) різних волокнистих матеріалів. Об'єктом дослідження були зразки, виготовлені з базальтової вати, скляного штапель-

ного скловолкна з синтетичним та органічним в'язучими. Основні параметри зразків: щільність матеріалів, яка варіювалася від 18 кг/м³ до 55 кг/м³, та товщина 50 мм і 60 мм. Результати дослідження показали значну залежність РКЗП від фізичних властивостей використовуваних матеріалів. Виявлено, що матеріали з більшою щільністю та більшою товщиною мали значно кращі показники звукопоглинання. Особливо ефективними виявилися зразки з органічним в'язучим. Також встановлено, що зміни в складі сировини впливають на акустичні властивості матеріалу. Отримані результати мають практичне значення для вибору оптимальних матеріалів для звукоізоляційних та звукопоглинаючих систем. Вони можуть бути корисні при проектуванні та будівництві приміщень будівель і споруд, які вимагають підвищеної звукоізоляції, таких як офісні приміщення, студії запису, кінотеатри тощо. Дослідження також відкриває шляхи для подальших досліджень у цьому напрямку, зокрема вивчення впливу інших параметрів на звукоізоляційні властивості матеріалів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: акустична вата, звукоізоляція, базальтова вата, скловата, коефіцієнт звукопоглинання.



DEPENDENCE OF THE REVERBERATION COEFFICIENT OF SOUND ABSORPTION OF FIBROUS MATERIALS ON THE DENSITY AND COMPOSITION OF THE MATERIAL

ABSTRACT

Sound absorption plays an important role in soundproofing linings, determining their effectiveness in blocking sound waves and creating a comfortable acoustic environment inside a room.

Sound absorbing materials absorb sound waves instead of reflecting them back into the room. This helps reduce echoes and reverberations, making the sound inside the room clearer and more pleasant.

Sound absorbing materials can also improve the soundproofing characteristics of the structural elements of the room (walls, ceilings, wall and ceiling cladding), reducing the penetration of sound from outside and reducing the transition between rooms. This is especially useful in apartment buildings, offices and commercial buildings, where privacy and comfort are important.

The presented article explores a comparative analysis of the results of laboratory tests of the reverberation coefficient of sound absorption (hereinafter referred to as RCSA) of various fibrous materials. The objects of the study were samples made of basalt wool, glass staple fiber with synthetic and organic binders. The main parameters of the samples were the density of materials, ranging from 18 kg/m³ to 55 kg/m³, and the thickness of 50 mm and 60 mm. The research results showed a significant dependence of RCSA on the physical properties of the materials used. It was found that materials with higher density and greater thickness had significantly better sound absorption indicators. Samples with organic binders proved to be particularly effective. It was also established that changes in the composition of raw materials affect the acoustic properties of the material. The obtained results have practical significance for selecting optimal materials for sound insulation and absorption systems. They can be useful in the design and construction of buildings and structures requiring increased sound insulation, such as office premises, recording studios, cinemas, and others. The study also opens avenues for further research in this direction, particularly in investigating the influence of other parameters on the sound insulation properties of materials.

KEYWORDS: acoustic wool, sound insulation, basalt wool, glass wool, sound absorption coefficient.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Звукопоглинання грає важливу роль у звукоізоляційних облицюваннях, визначаючи їх ефективність у блокуванні звукових хвиль та створенні комфортного акустичного середовища всередині приміщення [1].

Звукопоглинаючі матеріали поглинають звукові хвилі замість того, щоб відбивати їх назад у приміщення. Це допомагає зменшити ехо та реверберацію, що робить звук всередині приміщення більш чистим та приємним.

Звукопоглинаючі матеріали також можуть покращити звукоізоляційні характеристики конструкційних елементів приміщення (стіни, стелі, облицювання стін та стелі), зменшуючи проникнення звуку ззовні та зменшуючи перехід звуку між приміщеннями. Це особливо корисно у багатоквартирних будинках, офісах та комерційних будівлях, де важливо зберегти конфіденційність та комфорт [2].

У цілому, звукопоглинання грає ключову роль у створенні комфортного та функціонального акустичного середовища всередині приміщень, а його вплив на звукоізоляційні облицювання незамінний для забезпечення високого рівня звукового комфорту та якості життя.

Звукопоглинальні матеріали в звукоізоляційних конструкціях здійснюють важливу функцію в якості засобу боротьби з шумом. Матеріали, що застосовуються на практиці, мають різну здатність поглинати звуки різної частоти. Існують поглиначі з різним ефективним діапазоном частот, що поглинаються (широкополосні та вузькополосні). Поглинаючі матеріали класифікують за типом сировини, з якої виготовлено матеріал (органічні, неорганічні, змішані), за формою (плоскі, рулонні), за структурою (волокнисті, пористі, пористо-губчасті, сипкі) [3].

Звукопоглинальні матеріали та виробни характеристики за такими показниками: нормальний коефіцієнт звукопоглинання α_0 ; нормальний імпеданс Z_0 ; ревербераційний коефіцієнт звукопоглинання α_s ; опір продуванню постійним потоком повітря R_s , Па*с/м; питомий опір продуванню постійним потоком повітря r , Па*с/м [4]. Параметр, що розглядається у даній статті – ревербераційний коефіцієнт звукопоглинання (далі – КЗП). Величина КЗП залежить від кута падіння звукової хвилі на зразок. На основі цього КЗП розділяють на ревербераційний (отриманий при падінні звукової енергії під різними кутами у дифузному полі) та нормальний (при падінні плоскої, стоячої, хвилі на зразок). РКЗП визначається шляхом внесення зразків у ревербераційну камеру та порівняння часу реверберації T , сек до та після внесення досліджуваного матеріалу. Час реверберації T , сек – це час, за який рівень звуку у приміщенні знижується на 60 дБ.

Експеримент проводиться у ревербераційній камері акустичного комплексу ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій». Об'єм камери складає 187 м³, середній час реверберації у камері 12 сек \pm 0,1 сек. Дифузність поля 2 дБ. Використовувався генератор шуму з діапазоном від 20 Гц до



15000 Гц, підсилювач потужності, гучномовці з робочим діапазоном від 50 Гц до 10000 Гц з нерівномірністю частотної характеристики не більше 15 дБ. Вимірювальний мікрофон I класу точності з номінальним діапазоном від 30 Гц до 18000 Гц. Вся вимірювальна техніка мала чинні свідоцтва про державну повірку [5].

У дослідженні приймали участь шість зразків матеріалів, а саме: плити з штапельного скловолокна товщиною 50 мм та щільністю 18 кг/м³ (Ursa Silentio 38); плити з штапельного скловолокна товщиною 50 мм та щільністю 32 кг/м³ (Ursa Silentio 32); плити з базальтового волокна товщиною 50 мм та щільністю 55 кг/м³ (Sound Wool); плити з базальтового волокна товщиною 50 мм та щільністю 50 кг/м³ (Ecosound Wool Acoustic Pro 50 (Isovat 50)); плити з базальтового волокна товщиною 50 мм та щільністю 55 кг/м³ (Stalker Wool Basalt); плити з штапельного скловолокна з органічним зв'язуючим товщиною 60 мм

та щільністю 30кг/м³ (ЕКО-Акустик). Результати наведено у табл. 1 та рис. 1.

З отриманих результатів дослідження можна зробити висновок, що ефективність звукопоглинальних плит зі штапельного скловолокна товщиною 50 мм та щільністю 18 ÷ 32 кг/м³ майже ідентична (різниця значень показника звукопоглинання $\Delta\alpha_w=0,5$) до плит з базальтового волокна товщиною 50 мм та щільністю 50 ÷ 55 кг/м³. Причому, РКЗП плит зі штапельного скловолокна з органічним зв'язуючим товщиною 60 мм та щільністю 30 кг/м³ більший ніж у інших зразків. Цей факт особливо помітно на частотах 63 ÷ 315 Гц. А у плит з базальтового волокна товщиною 50 мм та щільністю 55 кг/м³ значення РКЗП вищі на частотах 1250 ÷ 8000 Гц. Це дає можливість більш точно підбирати матеріали при використанні їх у звукопоглинаючих та звукоізоляційних конструкціях.

Таблиця 1 – Величини ревербераційного коефіцієнта звукопоглинання та показник звукопоглинання

Середньо-геометричні частоти третинно-октавних смуг, Гц	Ursa Silentio 38, α_s	Ursa Silentio 33, α_s	Sound Wool, α_s	Ecosound Wool Acoustic Pro 50 (Isovat 50), α_s	Stalker Wool Basalt, α_s	ЕКО-Акустик, α_s
63	0,01	0,01	0,05	0,01	0,16	0,02
80	0,12	0,08	0,05	0,09	0,18	0,19
100	0,13	0,12	0,10	0,13	0,20	0,27
125	0,16	0,15	0,15	0,17	0,25	0,38
160	0,22	0,25	0,25	0,24	0,33	0,47
200	0,31	0,37	0,36	0,33	0,40	0,57
250	0,44	0,53	0,49	0,43	0,55	0,71
315	0,54	0,71	0,71	0,61	0,70	0,85
400	0,59	0,85	0,87	0,78	0,81	0,86
500	0,79	0,99	0,96	0,90	0,85	0,99
630	0,86	0,99	0,95	0,93	0,85	0,9
800	0,90	0,98	0,97	0,95	0,91	0,86
1000	0,89	0,94	0,90	1,00	0,94	0,94
1250	0,89	0,93	0,92	0,94	0,95	0,9
1600	0,79	0,86	0,83	0,82	0,91	0,85
2000	0,84	0,85	0,82	0,78	0,94	0,84
2500	0,80	0,81	0,82	0,83	0,92	0,84
3150	0,79	0,80	0,71	0,79	0,94	0,85
4000	0,72	0,75	0,73	0,74	1,01	0,83
5000	0,71	0,72	0,73	0,72	1,03	0,79
6300	0,67	0,67	0,62	0,63	0,99	0,73
8000	0,56	0,53	0,51	0,53	0,97	0,58
α_w	0,75	0,85	0,80	0,75	0,85	0,90

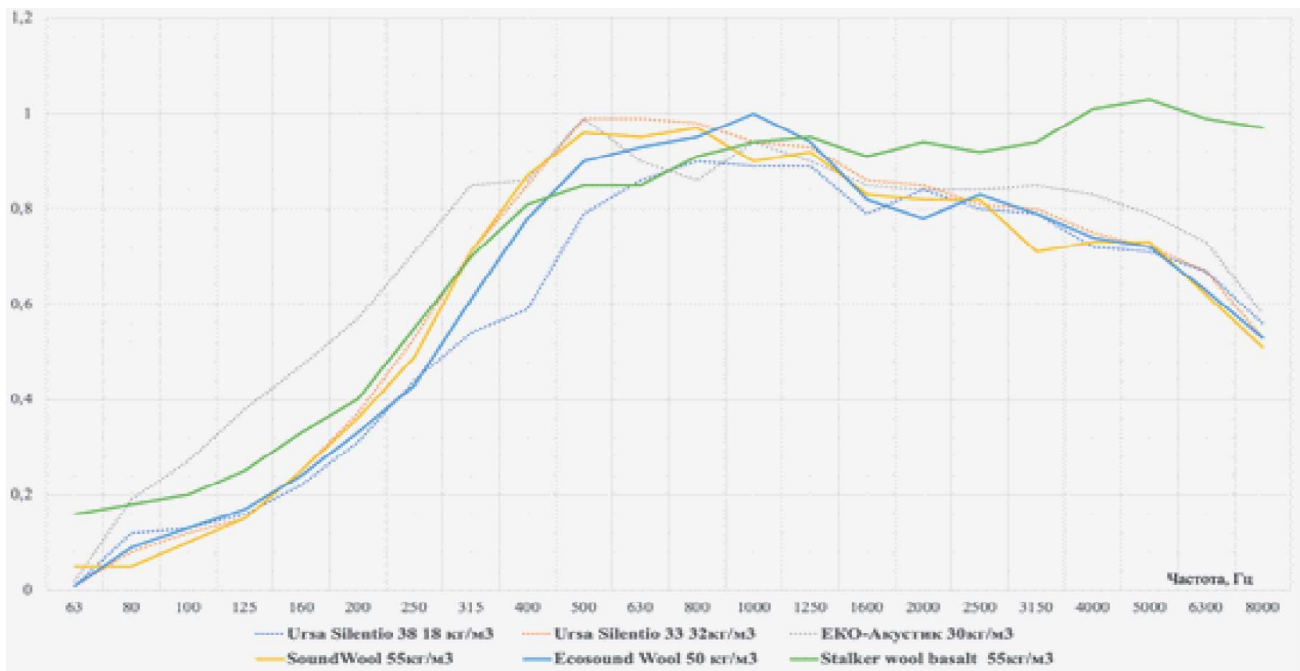


Рисунок 1 – Частотна характеристика ревербераційного коефіцієнта звукопоглинання (α_s) матеріалів Ursa Silentio 38; Ursa Silentio 33; Sound Wool; Ecosound Wool Acoustic Pro 50 (Isovat 50); Stalker Wool Basalt; ЕКО-Акустик

ВИСНОВКИ

Було проведено дослідження показників звукопоглинання та ревербераційного коефіцієнту звукопоглинання для звукопоглинальних плит з різних матеріалів (штапельне скловолокно та базальт) з різними значеннями щільності (18 ÷ 55 кг/м³). Отримані значення дозволяють оцінити ефективність цих матеріалів при подальшому використанні у будівельних звукоізоляційних та звукопоглинальних конструкціях.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Дідковський В. С., Луцьова С.А., Богданов О.В. Архітектура акустика. Навчальний посібник. Київ: КПІ, 2012. 78 с.
2. Біда Д.В., Зарецький В.Ю., Заєць В.П. Звукоізоляційні властивості багатошарових стінових конструкцій на основі гкл: матеріали III міжнародної науково-практичної конференції «Теорія і практика сучасної науки», м. Київ, 2018.
3. Zaets, V., & Bida, D. Influence of sound-absorbing properties of noise protection barriers on road traffic participants. Technology Audit & Production Reserves. 2021. № 6 (1). P. 14-18.
4. ДСТУ Б В.2.7-183:2009. Будівельні матеріали. Матеріали та вироби будівельні звукопоглинальні і звукоізоляційні. Класифікація й загальні технічні вимоги. Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. 78 с.

5. ДСТУ ISO 354:2007. Акустика. Вимірювання звукопоглинання у ревербераційній камері. Київ: Держспоживстандарт України, 2011. 77 с.

REFERENCES

1. Didkovskyi, V. S., Luniova, S. A., & Bogdanov, O. V. (2012). Architectural Acoustics: A Textbook. Kyiv: KPI.
2. Bida, D. V., Zaretskyi, V. Yu., & Zaets, V. P. (2018). Sound insulation properties of multilayer wall constructions based on gypsum board: Materials of the III International Scientific and Practical Conference "Theory and Practice of Modern Science," Kyiv.
3. Zaets, V., & Bida, D. (2021). Influence of noise protection barriers on road traffic participants. Technology Audit & Production Reserves, 6(1), 14-18.
4. DSTU B V.2.7-183:2009. (2010). Building materials. Building materials and products for sound absorption and sound insulation. Classification and general technical requirements. Kyiv: Ministry of Regional Development and Construction of Ukraine.
5. DSTU ISO 354:2007. (2011). Acoustics. Measurement of sound absorption in a reverberation room. Kyiv: State Committee for Technical Regulation and Consumer Policy of Ukraine.

Стаття надійшла до редакції 20.05.2024