



НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

АКУСТИКА

**Вимірювання звукопоглинання
у ревербераційній камері
(ISO 354:2003, IDT)**

ДСТУ ISO 354:2007

**Київ
ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ УКРАЇНИ
2011**

ПЕРЕДМОВА

1 ВНЕСЕНО: Національний науково-дослідний інститут промислової безпеки та охорони праці, Технічний комітет стандартизації «Безпека промислової продукції та засоби індивідуального захисту працюючих» (ТК 135)

ПЕРЕКЛАД І НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ РЕДАГУВАННЯ: А. Кононенко, канд. техн. наук (науковий керівник); Н. Марченко; Л. Кичакова; В. Волков; В. Бородін; Є. Махно; Ю. Дучкіна; О. Дурнєва; О. Гапон

2 НАДАНО ЧИННОСТІ: наказ Держспоживстандарту України від 30 липня 2007 р. № 168 з 2009–01–01

3 Національний стандарт відповідає ISO 354:2003 Acoustics — Measurement of sound absorption in a reverberation room (Акустика. Вимірювання звукопоглинання у ревербераційній камері)

Ступінь відповідності — ідентичний (IDT)
Переклад з англійської (en)

4 УВЕДЕНО ВПЕРШЕ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ВСТУП

Цей стандарт є тотожний переклад ISO 354:2003 Acoustics — Measurement of sound absorption in a reverberation room (Акустика. Вимірювання звукопоглинання у ревербераційній камері).

ISO 354 було підготовлено ISO 354/TC 43 «Акустика», підкомітетом SC «Акустика споруд».

Технічний комітет, відповідальний за цей стандарт, — ТК 135 «Безпека промислової продукції та засоби індивідуального захисту працюючих».

Стандарт містить вимоги, які відповідають чинному законодавству України.

Переклади назв міжнародних стандартів, на які є посилання в ISO 354:2003, наведено у «Національних поясненнях», виділених у тексті рамкою.

До стандарту внесено такі редакційні зміни:

— слова «цей міжнародний стандарт» замінено на «цей стандарт»;

— вилучено попередній довідковий матеріал з міжнародного стандарту як такий, що не стосується цього стандарту;

— структурні елементи державного стандарту: «Титульний аркуш», «Передмову», «Зміст», «Національний вступ» та «Бібліографію» — оформлено згідно з вимогами національної стандартизації України;

— до розділу 2 «Нормативні посилання» долучено «Національне пояснення», виділене в тексті стандарту рамкою;

— замінено позначки одиниць фізичних величин:

Позначки в ISO 354:2003	Hz	dB	A_{obj}	L_{max}	m	m^2	m^3	mm	kg/m^2	d/2min	1min	H_{max}
Позначки в цьому стандарті	Гц	дБ	A_{obj}	L_{max}	м	$м^2$	$м^3$	мм	$кг/м^2$	d/2мін.	1мін.	H_{max}

Позначки одиниць вимірювання відповідають серії стандартів ДСТУ 3651-1997 Метрологія. Одиниці фізичних величин.

Міжнародні стандарти, на які є посилання, не прийняті як державні стандарти України, їх копії можна одержати в Головному фонді нормативних документів.

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

АКУСТИКА

Вимірювання звукопоглинання у ревербераційній камері

АКУСТИКА

Измерение звукопоглощения в реверберационной камере

ACOUSTICS

Measurement of sound absorption in a reverberation room

Чинний від 2009–01–01

0 ВСТУП

Якщо джерело звуку діє в замкненому просторі, рівень, до якого відбувається зростання відбитого звуку і наступне його згасання після вимкнення джерела, залежить від характеристик звукопоглинання обмежувальних поверхонь камери, предметів, розміщених у ній, та повітря, що заповнює її. Як правило, величина тієї частини акустичної потужності звукової хвилі, яку поглинає поверхня, залежить від кута, під яким звук спрямований на неї. Щоб визначити відношення часу реверберації приміщення (аудиторії, офісу, цеху тощо) до величини зниження шуму, обумовленого впливом звукоізоляційних властивостей стінок, необхідно знати показники звукопоглинання поверхонь, які, зазвичай, є усередненими для всіх кутів падіння звуку. Оскільки розподіл звукової хвилі у типових закритих приміщеннях може відбуватись у широких і часто непередбачуваних межах кутів падіння звуку, для стандартизації прийнято вважати вихідними базовими умовами рівномірний розподіл.

Якщо, крім того, інтенсивність звуку не залежить від місця його сприймання у просторі, звукове поле з таким розподілом звуку вважають розсіяним, а звуки, що доходять до поверхні камери, вважають невпорядкованими.

У правильно спроектованій ревербераційній камері звукове поле близьке до розсіяного. Отже, звукопоглинання, виміряне у ревербераційній камері, дуже близьке до величини звукопоглинання, виміряного за базових умов стандартизації.

Мета цього стандарту — забезпечити однотипність методів і умов вимірювання звукопоглинання у ревербераційних камерах.

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

У цьому стандарті викладено спосіб вимірювання коефіцієнта звукопоглинання звукопоглинальних матеріалів, які застосовують для покриття стін і стелі, або поверхні таких об'єктів, як меблі, люди чи об'ємні звукопоглиначі у ревербераційній камері. Цей спосіб не призначено для вимірювання звукопоглинальних характеристик звукозаглушувальних резонаторів.

Отримані результати використовують для порівняння та для розрахунку конструкції камер з урахуванням їхніх акустичних властивостей і контролювання шуму.

2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

Нижче наведено документи, на які дано посилання, необхідні під час користування цим стандартом. Якщо посилання датоване, треба користуватися лише зазначеним виданням. Якщо посилання недатоване, можна користуватися останньою редакцією, у якій враховано всі доповнення та зміни.

ISO 266 Acoustics — Preferred frequencies

ISO 9613-1 Acoustics — Attenuation of sound during propagation outdoors — Part 1: Calculation of the absorption of sound by the atmosphere

IEC 61260 Electroacoustics — Octave-band and fractional-octave-band filters.

НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ

ISO 266 Акустика. Рекомендовані частоти

ISO 9613-1 Акустика. Послаблення звуку під час поширення у зовнішньому просторі.

Частина 1. Розрахунок поглинання звуку атмосферним повітрям

IEC 61260 Електроакустика. Октавні й частотно-октавні фільтри.

3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

У цьому стандарті використано такі терміни і визначення понять:

3.1 крива згасання (*decay curve*)

Графічне зображення зниження рівня звукового тиску в камері як функції від часу після вимкнення джерела звуку

3.2 час реверберації (*reverberation time*), T

Час у секундах, необхідний для зниження рівня звукового тиску на 60 дБ після вимкнення джерела звуку.

Примітка 1. Визначення часу T , протягом якого рівень звукового тиску знижується на 60 дБ, можна здійснити методом лінійної екстраполяції, користуючись даними вимірювання для коротших часових інтервалів.

Примітка 2. Такий спосіб визначення ґрунтується на припущенні, в ідеальному випадку, що залежність рівня звукового тиску від часу є лінійною і рівень фоновому шуму достатньо низький

3.3 метод переривчастого шуму (*interrupted noise method*)

Спосіб одержання кривих згасання безпосереднім записом зниження рівня звукового тиску після збудження камери широкосмуговим шумом або шумом з обмеженою шириною частотної смуги

3.4 метод інтегрування часових характеристик (*integrated impulse response method*)

Спосіб одержання кривих згасання зворотно-часовим інтегруванням часових характеристик прямокутних імпульсів

3.5 часова характеристика імпульсу (*impulse response*)

Розвиток у часі звукового тиску в певній точці камери, що виник внаслідок імпульсу Дікара, випроміненого в іншій точці камери.

Примітка. На практиці неможливо створити і випромінювати звук, характеристика якого відповідала б дельта-функції Дікара, але короточасові звуки (наприклад, звук пострілу) близькі до значень, потрібних для практичних вимірювань. Альтернативно, для вимірювання можна використовувати періодичну послідовність сигналів друкарського пристрою з максимальною тривалістю сигналу (MLS) чи іншими сигналами з плоскою спектральною характеристикою, після чого трансформувати одержану характеристику в характеристику імпульсу

3.6 еквівалентна площа звукопоглинання камери (*equivalent sound absorption area of a room*)

Площа гіпотетичної поверхні, що повністю поглинає звук без ефекту дифракції, яка у разі застосування її як єдиний звукопоглинач у камері, дала б такий самий час реверберації, що й камера, яку випробовують.

Примітка 1. Площу вимірюють у квадратних метрах.

Примітка 2. Для повністю порожньої ревербераційної камери цю величину позначають A_1 ; для камери, в якій розміщено досліджуванний зразок, застосовують позначку A_2

3.7 еквівалентна площа звукопоглинання досліджуваного зразка (*equivalent sound absorption area of the test specimen*), A_T

Різниця між значеннями еквівалентної площі звукопоглинання ревербераційної камери без досліджуваного зразка і за його наявності.

Примітка. Площу вимірюють у квадратних метрах

3.8 площа досліджуваного зразка (*area of the test specimen*), S

Площа частини підлоги або стінки, яку перекриває зразок своєю поверхнею.

Примітка 1. Цю площу вимірюють у квадратних метрах.

Примітка 2. Якщо зразок має кріплення типу Е або типу J, враховують площу разом з площею кріпильних пристосувань.

3.9 коефіцієнт звукопоглинання (*sound absorption coefficient*), α_s

Частка від ділення значення еквівалентної площі звукопоглинання досліджуваного зразка на значення площі цього зразка.

Примітка 1. Для звукопоглиначів, на які звук діє з двох сторін, коефіцієнт звукопоглинання дорівнює частці від ділення еквівалентної площі звукопоглинання досліджуваного зразка на сумарну площу поверхонь двох сторін зразка.

Примітка 2. Коефіцієнт звукопоглинання, обчислений за вимірними значеннями часу реверберації, може бути більше ніж одиниця (наприклад, внаслідок дифракції), а величина α_s не може, тому її визначають у відсотках.

Примітка 3. Індекс «s» необхідний для того, щоб відрізнити величину α_s від коефіцієнта звукопоглинання, визначеного як відношення невідбитої енергії до сприйнятої звукової енергії, якщо звукова хвиля контактує з поверхнею стінки під певним кутом. Цей «геометричний» коефіцієнт звукопоглинання завжди менший ніж одиниця і, отже, може бути визначений у відсотках.

4 ПРИНЦИПОВІ ПОЛОЖЕННЯ

Середній час реверберації ревербераційної камери вимірюють як з досліджуванним зразком, так і без нього. За отриманими значеннями часу реверберації обчислюють еквівалентну площу звукопоглинання зразка A_T за формулою Сабіне (див. 8.1.2.1).

Якщо зразок рівномірно перекриває поверхню (плоский звукопоглинач або досліджувані об'єкти, розміщені у певному порядку), коефіцієнт звукопоглинання визначають як частку від ділення величини A_T на площу перекритої зразком поверхні S (див. 3.8).

Якщо досліджуваний зразок складається з кількох ідентичних об'єктів, еквівалентну площу звукопоглинання кожного об'єкта A_{obj} визначають діленням величини A_T на кількість об'єктів n :

$$A_{obj} = A_T/n.$$

5 ЧАСТОТНІ СМУГИ

Згідно з ISO 266 вимірювання проводять у третинооктавних смугах з такими середніми частотами, Гц:

100	125	160	200	250	315
400	500	630	800	1000	1250
1600	2000	2500	3150	4000	5000

Додаткові вимірювання можна проводити у третинооктавних смугах, середні частоти яких наведено в ISO 266, зокрема й за межами зазначеного діапазону. Зокрема, на низьких частотах (нижче ніж 100 Гц) важко одержати точні результати вимірювання через низьку модальну щільність ревербераційної камери.

6 ВИПРОБОВУВАННЯ

6.1 Ревербераційна камера і розсіювання звукового поля

6.1.1 Об'єм ревербераційної камери

Об'єм ревербераційної камери має бути не менше ніж 150 м³. У разі проектування нових камер доцільно збільшити цю величину принаймні до 200 м³. Якщо об'єм камери перевищує 500 м³, буде неможливо точно визначити звукопоглинання камери на високих частотах через поглинання звуку повітрям у камері.

6.1.2 Форма ревербераційної камери

Форма камери має бути такою, щоб виконувалась наведена нижче умова:

$$L_{\max} < 1,9V^{1/3}, \quad (1)$$

де L_{\max} — довжина найдовшої прямої лінії в межах камери (наприклад, у прямокутній камері — це найдовша діагональ), м;
 V — об'єм камери, м³.

Для забезпечення рівномірного розподілу натуральних частот, особливо в низькочастотних смугах, співвідношення будь-яких двох розмірів камери не повинно дорівнювати співвідношенню малих цілих чисел.

6.1.3 Розсіювання звукового поля

Звукове поле, що згасає в камері, має бути достатньо розсіяним. Для того щоб досягти задовільного розсіювання за будь-якої форми камери, зазвичай необхідно застосовувати стаціонарні підвісні чи лопатеві обертові розсіювачі (див. додаток А).

6.1.4 Площа звукопоглинання

Еквівалентна площа звукопоглинання порожньої камери A_1 , обчислена відповідно до 8.1.2.1 у третинооктавних смугах, не повинна перевищувати значень, наведених у таблиці 1.

Таблиця 1 — Максимальні значення еквівалентної площі звукопоглинання для камери об'ємом $V = 200 \text{ м}^3$

Частота, Гц	100	125	160	200	250	315	400	500	630
Еквівалентна площа звукопоглинання, м^2	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
Частота, Гц	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
Еквівалентна площа звукопоглинання, м^2	6,5	7,0	7,5	8,0	9,5	10,5	12,0	13,0	14,0

Якщо об'єм камери відрізняється від 200 м^3 , наведені в таблиці значення треба помножити на коефіцієнт $(V/200)^{2/3}$.

Графічне зображення залежності еквівалентної площі звукопоглинання від частоти має вигляд досить плавної кривої без «провалів» чи «піків» більших за 15 % середніх значень, обчислених для двох суміжних третинооктавних смуг.

6.2 Досліджувані зразки

6.2.1 Звукопоглинальна поверхня

6.2.1.1 Площа зразка має становити від 10 м^2 до 12 м^2 . Якщо об'єм камери V більше ніж 200 м^3 , верхнє граничне значення площі зразка треба збільшити на коефіцієнт $(V/200)^{2/3}$.

Необхідна площа зразка залежить від об'єму камери і звукопоглинальних властивостей зразка. Збільшенню об'єму камери має відповідати збільшення площі зразка. Для зразків, що мають низький коефіцієнт звукопоглинання, добирають верхню межу площі експериментально.

6.2.1.2 Форма зразка має бути прямокутною з відношенням ширини до довжини приблизно від 0,7 до 1,0. Зразок розміщують у камері так, щоб жодна з його сторін не була ближче ніж 1 м від краю стінок камери, відстань до стінок не повинна бути менше ніж 0,75 м. Зразок переважно розміщують так, щоб його краї не були паралельні ближнім стінкам камери. Зразки з великою масою за необхідності можна закріплювати у вертикальному положенні вздовж стінок камери з опорою на підлогу. У цьому разі вимога щодо додержання відстані 0,75 м не є обов'язковою.

6.2.1.3 Досліджуваний зразок встановлюють відповідно до вимог, визначених у додатку В, якщо немає спеціальних вказівок виробника або користувача щодо інших способів установлення чи кріплення.

Вимірювання часу реверберації порожньої камери проводять до встановлення в ній елементів зразка за винятком випадку кріплення зразка за типом J, коли застосовують огорожу.

6.2.2 Розміщення окремих об'єктів

6.2.2.1 Як вказано в додатку В, у разі кріплення зразка за типом J у камері треба встановлювати розсіювачі звуку чи акустичні екрани прямокутної форми.

6.2.2.2 Окремі об'єкти (наприклад, стільці, пересувні екрани, люди) під час випробовування треба розміщувати так, як під час звичайної роботи. Наприклад, стільці або пересувні екрани мають стояти на підлозі на відстані не менше ніж 1 м від стінок. Звукопоглиначі мають бути закріплені не ближче ніж 1 м від стінок камери або розсіювачів і не ближче ніж 1 м від будь-якого мікрофона. Офісні акустичні перегородки розміщують як окремі об'єкти.

6.2.2.3 Досліджуваний зразок має складатися з достатньої кількості окремих об'єктів (зазвичай, не менше ніж три), щоб забезпечити під час вимірювань можливість змінювання еквівалентної площі звукопоглинання камери більше ніж на 1 м^2 , але не більше ніж 12 м^2 .

Якщо об'єм, V , камери більше ніж 200 м^3 , ці значення треба збільшити на коефіцієнт $(V/200)^{2/3}$. Об'єкти, які зазвичай вважають окремими, розміщують у камері неупорядковано, але на відстані не менше ніж 2 м один від одного. Якщо досліджуваний зразок складається з одного об'єкта, під час вимірювання його розміщують у трьох місцях камери, віддалених одне від одного не менше ніж на 2 м, а одержані результати вимірювання усереднюють.

6.3 Температура та відносна вологість

6.3.1 Коливання температури та відносної вологості під час вимірювання може мати великий вплив на виміряне значення часу реверберації, особливо на високих частотах і за низької відносної вологості. Відповідні показники наведено в ISO 9613-1.

6.3.2 Вимірювання в порожній камері і в камері зі зразком треба проводити за ідентичних умов температури і відносної вологості, щоб уникнути необхідності внесення суттєвих поправок на поглинання звуку повітрям у камері.

У будь-якому разі відносна вологість у камері має бути не нижче ніж 30 % і не вище ніж 90 %, а температуру треба підтримувати на рівні не нижче ніж 15 °C протягом усіх вимірювань. Результати вимірювання коригують з урахуванням поглинання звуку повітрям у камері відповідно до 8.1.2.3.

До початку вимірювання досліджуваний зразок має достатній час перебувати в камері за тих самих умов температури і відносної вологості, за яких проводитимуть вимірювання.

7 ВИМІРЮВАННЯ ЧАСУ РЕВЕРБЕРАЦІЇ

7.1 Загальні положення

7.1.1 Вступ

У цьому стандарті викладено два способи визначання кривих згасання: метод переривання шуму і метод інтегрування часових характеристик імпульсів.

Крива згасання, одержана методом переривання шуму, є результатом статистичного процесу, тому для одержання прийнятної повторюваності результатів необхідно усереднення кількох кривих згасання або вимірних значень часу реверберації, одержаних для однієї точки розміщення мікрофона/гучномовця.

Інтегрована характеристика імпульсу є детермінованою функцією, не пов'язаною зі статистичними відхилами, тому для її одержання не потрібне усереднення результатів. Проте для вимірювання цим методом необхідна складніша апаратура і трудомісткіше оброблення даних, ніж у разі використання методу переривання шуму.

7.1.2 Мікрофони і розміщення їх

Характеристики спрямованості мікрофонів, що застосовують під час вимірювання, мають бути всеспрямованими.

Мікрофони розміщують на відстані від 1,5 м до 2 м від будь-якого джерела звуку і на відстані 1 м від стінок камери та від досліджуваного зразка. Криві згасання, одержані в різних точках розміщення мікрофонів, не можна об'єднувати.

7.1.3 Розміщення джерела звуку

Звук, випромінюваний джерелом у ревербераційній камері, має бути неспрямованим. Під час зміни положення джерела звуку точки його розміщення мають бути віддалені від початкової точки не менше ніж на 3 м.

7.1.4 Кількість точок розміщення мікрофона чи гучномовця

Необхідну кількість просторово незалежних кривих згасання має бути одержано за результатами не менше ніж 12 вимірювань. Отже, кількість вимірювань для кожної точки розміщення мікрофона та кожної точки розміщення джерела звуку має бути не менше ніж 12. Мінімальна кількість точок розміщення мікрофона — три, точок розміщення джерела звуку — дві. Можна одночасно використовувати більше ніж одне джерело звуку за умови, що потужність випромінюваного ними звуку відрізняється не більше ніж на 3 дБ у кожній третинооктавній смузі. Якщо звук випромінюють одночасно кілька джерел, кількість просторово незалежних кривих згасання можна знизити до шести.

7.2 Метод переривання шуму

7.2.1 Генерування шуму в камері

Як джерело звуку використовують гучномовець, а випромінюваний ним шум має бути подібним до широкосмугового або вузькосмугового шуму з безперервним частотним спектром. Якщо шум широкосмуговий і використовують аналізатор реального часу, спектр випромінюваного гучномовцем шуму має бути таким, щоб різниця одержаних рівнів звукового тиску в камері для суміжних третинооктавних смуг була менше ніж 6 дБ. У разі вузькосмугового шуму ширина частотної смуги випромінюваного шуму має становити принаймні третину октави.

Сигнал, випромінюваний гучномовцем, має бути достатньо тривалим, щоб створити стійкий рівень звукового тиску в камері у всьому діапазоні частот вимірювання до моменту вимкнення гучномовця. Для створення стабільних умов вимірювання тривалість випромінювання шуму має становити принаймні половину розрахункового значення часу реверберації.

Рівень сигналу до початку його згасання має бути достатньо високим, щоб нижня межа розрахункового значення в децибелах була принаймні на 10 дБ вища за рівень фонового шуму (див. 7.4.1).

Якщо використовують сигнал з шириною смуги більше ніж третина октави, час реверберації сигналу різної тривалості у суміжних смугах може значно спотворити нижню частину кривої згасання. Якщо час реверберації у суміжних смугах відрізняється більше ніж у 1,5 рази, криві згасання таких смуг з найкоротшим часом реверберації визначають окремо з застосуванням третинооктавного смугового фільтра у джерелі звуку.

7.2.2 Усереднення

Відповідно до 7.1.1 усереднювати результати кількох вимірювань, проведених в одній точці розміщення мікрофона або гучномовця, необхідно для зниження похибки вимірювань, обумовленої статистичними відхилами. Кількість усереднених значень має дорівнювати принаймні трьом.

Якщо необхідно досягти рівня повторюваності результатів, близького до рівня повторюваності, який може бути досягнутий у разі застосування методу інтегрування часових характеристик імпульсів, кількість усереднених значень має бути не менше ніж десять (див. 8.2). Можна користуватися двома способами усереднювання. Перший спосіб полягає в усереднюванні кривих згасання, одержаних в одній точці розміщення мікрофона або гучномовця, за формулою:

$$L_p(t) = 10 \lg \left[\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N 10^{\frac{L_{pn}(t)}{10}} \right], \quad (2)$$

де $L_p(t)$ — усереднений рівень звукового тиску для часу t , обчислений для всієї кількості згасань N ;

$L_{pn}(t)$ — рівень звукового тиску n -го згасання для часу t .

Цей метод, зазвичай, називають «методом усереднення за множиною». У разі неможливості використання цього методу застосовують другий метод усереднення, а саме, спочатку оцінюють поодиночі криві згасання, а потім знаходять середнє арифметичне одержаних значень часу реверберації. Не можна усереднювати криві згасання, одержані для різних точок розміщення мікрофона чи гучномовця.

Примітка. Теоретично під час лабораторних вимірювань середній час реверберації має бути ідентичним одержаному в разі застосування методу «усереднення за множиною». Останнім методом можна користуватись, якщо є можливість комп'ютерного керування пристроями.

Усереднені криві згасання, зазвичай, плавніші, ніж одиничні. Це дає можливість з більшою достовірністю визначати межі оцінювання, які здебільшого визначають автоматично.

7.2.3 Система запису

У системі запису повинен бути прилад для запису рівня чи будь-яка інша аналогічна система для визначання усередненого кута нахилу кривої згасання для відповідного часу реверберації, зокрема, необхідні підсилювачі та фільтри.

Прилад для запису (а також виведення на дисплей і оцінювання) кривих згасання рівня звукового тиску може діяти з застосуванням:

а) експоненційного усереднення з одержанням на виході безперервної кривої, або

б) експоненційного усереднення з одержанням на виході послідовності дискретних точок, що утворюють безперервну криву, або

с) лінійного усереднення з одержанням на виході послідовності дискретних лінійних середніх значень; в окремих випадках між цими середніми значеннями можуть утворюватися досить значні розриви.

Часова константа пристрою для експоненційного усереднення (або подібного до нього пристрою, див. примітку 2) має бути меншою ніж $T/20$, але якомога ближчою до цієї величини.

Час усереднення пристрою для лінійного усереднення має бути менше ніж $T/12$.

Для приладів, що подають процес згасання у вигляді послідовності дискретних точок, часовий проміжок між цими точками має бути менше часу усереднення приладу ($\leq T/12$).

Для візуального оцінювання записаних даних часову шкалу дисплея має бути відрегульовано так, щоб кут нахилу кривої згасання був якомога ближче до 45° .

Примітка 1. Промислові прилади для запису графіків рівня звукового тиску як функції від часу значною мірою еквівалентні приладам з експоненційним усередненням.

Примітка 2. У разі застосування приладу з експоненційним усередненням неможливо змінити час усереднення, значно менший за $T/20$.

У разі застосування приладу з лінійним усередненням неможливо одержати часовий інтервал між точками, значно менший за $T/12$.

Під час окремих серій послідовних вимірювань можна забезпечити найдоцільніший для кожної частотної смуги час усереднення. Проте під час інших серій вимірювань це може бути неможливим. Тому під час проведення вимірювань у будь-яких частотних смугах треба обирати час усереднення або величину часового інтервалу відповідно до найменшого значення часу реверберації.

Третинооктавні фільтри, які встановлюють у приймальних приладах, мають відповідати вимогам IEC 61260.

7.3 Метод інтегрування часових характеристик імпульсів

7.3.1 Прямий метод

Часову характеристику імпульсу можна визначити безпосередньо, використовуючи такі джерела імпульсного звуку, як постріл з пістолета, вибух балона, іскровий пробій чи інші джерела звуку, що випромінюють імпульс з достатньою шириною смуги й енергією відповідно до вимог 7.2.1.

Примітка. Гучномовці, зазвичай, не придатні для випромінювання широкосмугових імпульсних сигналів достатньої енергії. Проте у цьому разі можна генерувати імпульси, застосовуючи смугові фільтри. Один із способів одержання такого сигналу — встановлення в системі гучномовця смугового фільтра зі зворотною відносно імпульсів часовою характеристикою, тобто третинооктавного смугового фільтра.

7.3.2 Непрямий метод

У цьому разі використовують спеціальні звукові сигнали, за якими можна визначати часову характеристику імпульсу лише після спеціального оброблення сигналу, одержаного від мікрофона. Цим забезпечують поліпшення відношення сигнал/шум. Якщо вимоги до спектральної характеристики джерела дотримано, можна використовувати звуки, що коливаються, або псевдовипадковий шум (наприклад, послідовність сигналів максимальної тривалості). Завдяки підвищеному співвідношенню сигнал/шум вимоги до динамічних характеристик джерела можуть бути значно нижчі наведених у 7.3.1. Якщо застосовують усереднення з синхронізацією за часом (наприклад, для підвищення співвідношення сигнал/шум), необхідно перевірити, чи не змінюється часова характеристика імпульсу в процесі випромінювань. Сигнал можуть генерувати пристрої, що є в програмному забезпеченні або складовою частиною вимірювальних приладів.

Ширина частотної смуги сигналу має бути більше ніж третина октави. Спектр сигналу має бути достатньо рівним у третинооктавній смузі вимірювань. Альтернативно можна сформувати спектр широкосмугового шуму з майже оптимальним спектром у діапазоні, що охоплює третинооктавні смуги з центральними частотами від 100 Гц до 5 кГц, й одночасним вимірюванням часу реверберації у різних третинооктавних смугах. Випробувальний сигнал має бути таким, щоб одержана крива згасання у відповідній частотній смузі відповідала вимогам до рівня, викладеним у 7.2.1.

7.3.3 Система запису

Система запису складається з мікрофонів і підсилювачів, що мають відповідати вимогам, викладеним в 7.1.2 і 7.2.3, а також додаткового пристрою, що перетворює в цифрову форму одержаний сигнал і виконує інші види оброблення даних, зокрема інтегрування часової характерис-

тики імпульсу й оцінювання кривої згасання. У випадку, про який йдеться в 7.3.2, система запису може містити також необхідне програмне й апаратне забезпечення для оброблення часової характеристики імпульсу одержаного сигналу і формування випробувального сигналу.

Часову характеристику імпульсу в третинооктавних смугах треба фільтрувати. Фільтрування можна виконувати як до перетворення сигналу в цифрову форму, так і після цього, але обов'язково перед інтегруванням. Можна використовувати аналогові або цифрові фільтри, що відповідають вимогам ІЕС 61260.

Примітка. Використання спеціальних випробувальних сигналів, таких як послідовність сигналів максимальної тривалості, потребує не лише складнішої апаратури для оброблення сигналу, а й ґрунтовніших теоретичних знань для одержання достовірних результатів. Оскільки докладний виклад такої методики не входить у завдання цього стандарту, зацікавлені особи можуть знайти потрібну інформацію у відповідних виданнях.

7.3.4 Інтегрування часової характеристики імпульсу

Профільтровану часову характеристику імпульсу має бути піддано зворотному інтегруванню. Теоретично результати мають бути еквівалентними результатам, одержаним за методом переривання шуму для нескінченної кількості середніх значень згасання.

Оскільки існує кілька промислових систем зворотного інтегрування, користувачеві немає потреби програмувати цей процес. Основну процедуру викладено нижче.

Для кожної смуги частот одержують криву згасання зворотним інтегруванням квадратів часової характеристики імпульсу. В ідеальному випадку, якщо немає фонового шуму, інтегрування почнеться з кінця часової характеристики імпульсу ($t > \infty$) і триватиме до початку квадрата цієї величини. Тоді згасання як функція часу може бути виражено такою формулою:

$$E(t) = \int_0^{\infty} p^2(\tau) d\tau - \int_0^t p^2(\tau) d\tau = \int_t^{\infty} p^2(\tau) d\tau = \int_{\infty}^t p^2(\tau) d(-\tau), \quad (3)$$

де $E(t)$ — зворотно інтегрований квадрат часової характеристики імпульсу;

$p(\tau)$ — часова характеристика звукового тиску імпульсу.

Для зниження до мінімуму впливу фонового шуму на початкову частину часової характеристики імпульсу треба використовувати таку методику.

Якщо рівень фонового шуму відомий, визначають момент початку інтегрування t_1 як точку перетину горизонтальної лінії, що відповідає рівню фонового шуму, і похилої лінії, що є частиною кривої згасання квадрата імпульсу на відрізку між t_1 і нескінченністю. Продовжують зворотне інтегрування аж до початку часової характеристики імпульсу й обчислюють криву згасання за формулою:

$$E(t) = \int_{t_1}^t p^2(\tau) d(-\tau) + C, \quad (4)$$

де $(t < t_1)$ і C — необов'язкові поправки, які може бути внесено в інтегроване значення часової характеристики квадрата рівня імпульсу на часовому відрізку між t_1 і нескінченністю. Надійші результати можна одержати, якщо C обчислити, зважаючи на те, що експоненційне згасання енергії відбувається зі швидкістю, яка відповідає часовій характеристиці квадрата рівня імпульсу на відрізку між t_0 і t_1 , де t_0 — час, що відповідає рівню, на 10 дБ вищому, ніж рівень у момент t_1 .

Якщо $C = 0$, положення стартової точки інтегрування може бути причиною систематичного заниження часу реверберації. За максимального заниження часу реверберації, що дорівнює 5 %, зворотне інтегрування треба починати на рівні, нижчому за максимальне значення квадрата рівня відбитого імпульсу, що має не менше ніж на 15 дБ перевищувати динамічний діапазон, у якому визначають значення T .

7.4 Оцінювання часу реверберації за кривими згасання

7.4.1 Діапазон оцінювання

Оцінювання кривих згасання для кожної з частотних смуг, зазначених у розділі 5, починають в момент, коли рівень звукового тиску на 5 дБ нижчий за початковий рівень звукового тиску. Діапазон оцінювання має становити 20 дБ. Нижня межа діапазону оцінювання має бути принаймні на 10 дБ вищою за сумарний фоновий шум вимірювальної системи.

7.4.2 Методика оцінювання

Якщо використовують систему запису, керовану комп'ютером, для визначання часу реверберації найдоцільніше користуватися методом розрахунку лінії, одержаної добиранням найменших квадратів у діапазоні оцінювання. Ідентичних результатів можна досягти також у разі застосування інших алгоритмів.

Якщо використовують прилад, що безпосередньо записує графік рівня, пряму лінію треба вручну встановити якнайближче до кривої згасання.

У разі оцінювання за дискретними точками їхня кількість має бути достатньою для застосування, наприклад, лінійного алгоритму добору за методом найменших квадратів.

8 ОДЕРЖАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

8.1 Методика обчислення

8.1.1 Обчислення часу реверберації T_1 і T_2

Час реверберації камери у кожній частотній смузі визначають як середнє арифметичне для загальної кількості вимірних значень часу реверберації у цій смузі.

Середній час реверберації у кожній частотній смузі для камери з розміщеним у ній досліджуваним зразком і без нього (значення відповідно T_1 і T_2) має бути обчислено і наведено з точністю принаймні до двох десяткових знаків.

8.1.2 Обчислення значень A_1 , A_2 і A_T

8.1.2.1 Еквівалентну площу звукопоглинання порожньої камери A_1 обчислюють у квадратних метрах за формулою:

$$A_1 = \frac{55,3V}{cT_1} - 4Vm_1, \quad (5)$$

де V — об'єм порожньої ревербераційної камери, м^3 ;

c — швидкість поширення звуку в повітрі, м/с ;

T_1 — час реверберації в порожній ревербераційній камері, с ;

m_1 — коефіцієнт згасання потужності на відрізок, що дорівнює метр, обчислений згідно з ISO 9613-1 у порожній ревербераційній камері за умов, що відповідають моменту проведення випробування. Величину m обчислюють згідно з ISO 9613-1, беручи до уваги коефіцієнт згасання α , за формулою:

$$m = \frac{\alpha}{10 \lg(e)}.$$

Примітка. Для температури від 15°C до 30°C c можна обчислити за формулою:

$$c = (331 + 0,6 t/^\circ\text{C}), \text{ м/с}, \quad (6)$$

де t — температура повітря в градусах Цельсія.

8.1.2.2 Еквівалентну площу звукопоглинання ревербераційної камери, у якій розміщено досліджуваний зразок A_2 , в квадратних метрах, обчислюють за формулою:

$$A_2 = \frac{55,3V}{cT_2} - 4Vm_2, \quad (7)$$

де c і V — див. 8.1.2.1;

T_2 — час реверберації ревербераційної камери після розміщення в ній досліджуваного зразка, с ;

m_2 — коефіцієнт згасання потужності на 1 м, обчислений згідно з ISO 9613-1, у ревербераційній камері за умов, що відповідають моменту проведення випробування. Величину m може бути обчислено, беручи до уваги коефіцієнт згасання α , за формулою, наведеною в ISO 9613-1:

$$m = \frac{\alpha}{10 \lg(e)}.$$

8.1.2.3 Еквівалентну площу звукопоглинання досліджуваного зразка A_T , у квадратних метрах, обчислюють за формулою:

$$A_T = A_2 - A_1 = 55,3V \left(\frac{1}{c_2 T_2} - \frac{1}{c_1 T_1} \right) - 4V(m_2 - m_1), \quad (8)$$

де c_1 — швидкість поширення звуку в повітрі за температури t_1 ;
 c_2 — швидкість поширення звуку в повітрі за температури t_2 ;
 A_1, V, T_1 і m_1 — див. 8.1.2.1;
 A_2, T_2 і m_2 — див. 8.1.2.2.

8.1.3 Обчислення α_s

Коефіцієнт звукопоглинання α_s плоского звукопоглинача чи досліджуваної сукупності об'єктів обчислюють за формулою:

$$\alpha_s = \frac{A_T}{S}, \quad (9)$$

де A_T — еквівалентна площа звукопоглинання досліджуваного зразка, в квадратних метрах, обчислена відповідно до 8.1.2.3;
 S — площа поверхні, в квадратних метрах, яку закриває собою досліджуваний зразок (див. 3.8).

8.1.4 Обчислення еквівалентної площі звукопоглинання окремих звукопоглиначів

Для окремих звукопоглиначів результат одержують діленням загальної величини A_T на кількість досліджуваних об'єктів.

Для конкретної сукупності об'єктів результат подають як коефіцієнт звукопоглинання.

8.2 Точність

8.2.1 Загальні положення

Загальна похибка вимірювання коефіцієнта звукопоглинання залежить від двох факторів. Перший — це неточність визначання часу реверберації. Особливо важливий цей фактор у разі застосування методу переривання звуку (див. 8.2.2). Другий фактор обумовлений неточністю визначання межі відтворюваності. У цьому разі впливають тип комплексу вимірювальних приладів, ревербераційна камера і спосіб кріплення. Відхили, обумовлені типом лабораторного обладнання, визначають міжлабораторними випробуваннями (див. 8.2.3).

8.2.2 Повторюваність виміряного часу реверберації

Відносний стандартний відхил часу реверберації T_{20} , який оцінюють на відрізку згасання на 20 дБ, обчислюють за формулою (докладно див. ISO/TR 140-13):

$$\varepsilon_{20}(T)/T = \sqrt{\frac{2,42 + 3,59/N}{f \cdot T}},$$

де $\varepsilon_{20}(T)$ — стандартний відхил часу реверберації T_{20} ;
 T — виміряний час реверберації;
 f — центральна частота третинооктавної смуги;
 N — кількість оцінюваних кривих згасання.

Для прикладу на рисунку 1 наведено графік стандартного відхилу виміряного T_{20} для 12 позицій з трьома повторами запису згасання в кожній позиції.

8.2.3 Відтворність

Відтворність виміряних значень коефіцієнта звукопоглинання нині досліджують.

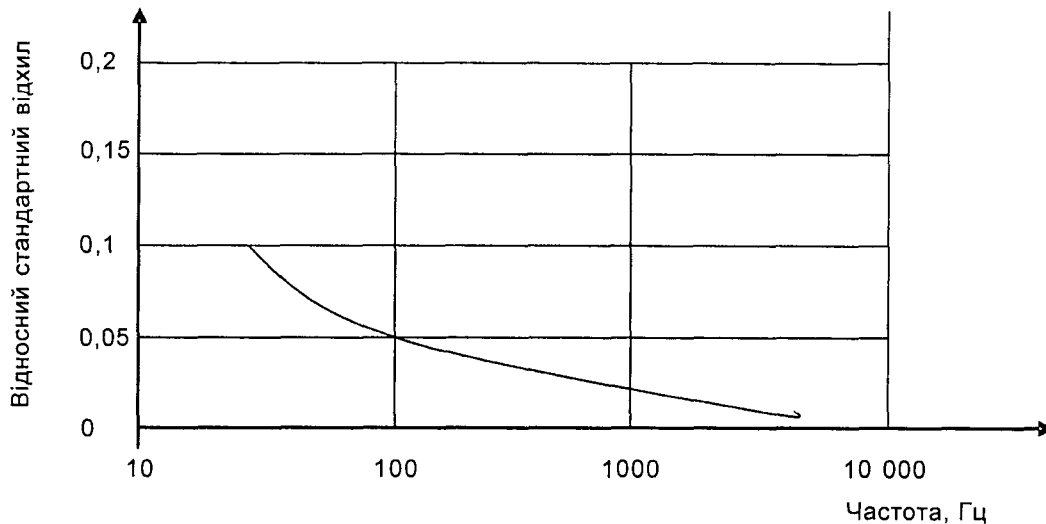


Рисунок 1 — Приклад графіка стандартного відхилення

8.3 Оформлення результатів

Для всіх частот, на яких проводили вимірювання, у звіті необхідно викласти у вигляді таблиць і графіків такі результати:

- для плоских звукопоглиначів — коефіцієнт звукопоглинання α_s ;
- для окремих об'єктів — еквівалентну площу звукопоглинання об'єкта $A_{обj}$;
- для конкретної сукупності об'єктів — коефіцієнт звукопоглинання α_s .

Величину еквівалентної площі звукопоглинання досліджуваного зразка треба заокруглювати до $0,1 \text{ м}^2$, а коефіцієнта звукопоглинання — до $0,01$.

Примітка. Необхідно зазначити, що таке заокруглення знижує точність результатів.

У разі графічного подання результатів точки вимірювання з'єднують прямими лініями: частоту в логарифмічному масштабі — відповідно до осі x , еквівалентну площу звукопоглинання або коефіцієнт звукопоглинання в лінійному масштабі — відповідно до осі y .

Відношення відстані від $A_T = 0$ до $A_T = 10 \text{ м}^2$ за віссю y , або від $\alpha_s = 0$ до $\alpha_s = 1$ до відстані за віссю x , що відповідає п'яти октавам, має становити 2:3. Отже, для нанесення результатів вимірювання для випадку, коли $A_T = 3 \text{ м}^2$, треба вибрати відстань за віссю y від $A_T = 0$ до $A_T = 5 \text{ м}^2$.

Додатково можна подавати одночислові значення, яке обчислюють згідно з ISO 11654. Як визначено в ISO 11654, значення в кожній октавній смузі одержують як середнє арифметичне значення коефіцієнтів звукопоглинання у трьох третинооктавних смугах цієї октавної смуги.

9 ЗВІТ ПРО ВИПРОБУВАННЯ

Звіт про випробування має містити посилання на цей стандарт і таку інформацію:

- назву організації, яка проводила випробування;
- дату проведення випробування;
- опис досліджуваного зразка, його досліджувану площу S , спосіб кріплення і місце розміщення в камері (рекомендовано подавати у вигляді ескізів);
- дані про форму ревербераційної камери, наявність розсіювальних засобів (кількість і розміри розсіювачів звуку), кількість точок розміщення мікрофона і джерел звуку;
- розміри ревербераційної камери, її об'єм V , сумарну площу поверхонь (стінок, підлоги, стелі) S ;
- температуру і відносну вологість під час вимірювання величин T_1 і T_2 ;
- середній час реверберації T_1 і T_2 на кожній частоті;
- результати випробувань, оформлені відповідно до 8.3.

ДОДАТОК А
(обов'язковий)

РОЗСІЮВАННЯ ЗВУКОВОГО ПОЛЯ У РЕВЕРБЕРАЦІЙНІЙ КАМЕРІ

А.1 Розсіювачі

Прийнятного розсіювання можна досягти, використовуючи стаціонарні і/або обертові розсіювачі. В ідеальному випадку розсіювальні елементи мають бути плоскими з низьким звукопоглинанням і масою на одиницю площі близько 5 кг/м^2 . Рекомендованими є розсіювачі з площею однієї сторони від $0,8 \text{ м}^2$ до 3 м^2 . Розсіювачі можуть бути трохи увігнутими і розміщеними невідповідно по всій камері.

Якщо використовують обертовий розсіювач, відношення частоти повторюваності згасань до частоти обертання розсіювача не повинно дорівнювати відношенню малих цілих чисел.

А.2 Перевіряння розсіювання

Вибирають випробувальний зразок завтовшки 5—10 см, виготовлений з однорідного пористого звукопоглинального матеріалу, коефіцієнт звукопоглинання якого за оптимальних умов перевищує 0,9 у діапазоні частот від 500 Гц до 4000 Гц (цим вимогам відповідають скловата, мінеральна силікатна вовна чи поліуретанова піна).

Зразок закріплюють відповідно до 6.2.

Вимірюють звукопоглинання зразка:

- а) без застосування розсіювачів;
- б) з невеликою кількістю стаціонарних розсіювачів, розміщених на площі близько 5 м^2 , і
- с) зі збільшеною кількістю стаціонарних розсіювачів, розміщених на площі близько 5 м^2 з проміжками між ними.

Для кожної серії вимірювань визначають середнє значення коефіцієнта звукопоглинання в діапазоні від 500 Гц до 5000 Гц і вказують кількість (загальну площу) розсіювачів, застосованих у кожному випадку.

Можна вважати, що значення коефіцієнта звукопоглинання наближається до максимального та практично не змінюється залежно від зростання кількості (площі) розсіювачів.

Оптимальним вважають кількість розсіювачів, за досягнення якої коефіцієнт звукопоглинання стає постійною величиною.

Якщо застосовують обертові розсіювачі, треба перевірити, чи досягнуто показники розсіювання, еквівалентні показникам, одержаним способом, який наведено вище.

Примітка. Експериментально встановлено, що в прямокутних камерах для забезпечення задовільного розсіювання необхідна площа обох сторін розсіювачів має становити приблизно від 15 % до 25 % сумарної площі поверхонь камери.

ДОДАТОК В
(обов'язковий)

КРІПЛЕННЯ ДОСЛІДЖУВАНИХ ЗРАЗКІВ ДЛЯ ВИПРОБОВУВАННЯ ЗВУКОПОГЛИНАННЯ

В.1 Загальні положення

Показники звукопоглинання матеріалу зразка залежать від способу його кріплення під час випробування. У цьому додатку наведено кілька різних стандартних способів кріплення зразків для випробування звукопоглинання. Як правило, досліджуваний зразок випробовують лише з одним варіантом кріплення. Позначка типів кріплення Е або G має числовий індекс, наприклад Е-400 чи G-100, цей індекс відповідає типовій відстані від поверхні камери з заокругленням до найближчих 5 мм.

Примітка. Позначку типу кріплення доцільно вибирати згідно з ASTM E 795 «Стандартна практика кріплення досліджуваних зразків під час випробувань звукопоглинання».

В.2 Кріплення типу А

Досліджуваний зразок закріплюють безпосередньо біля однієї з поверхонь камери, наприклад її підлоги. Для кріплення можна застосовувати клей або механічні кріпильні засоби, що не залишали б тонкого повітряного прошарку.

У звіті має бути наведено повний опис кріпильних засобів, місця їх розташування, способу підготування поверхні, застосовуваних адгезивних засобів тощо.

Якщо дві чи більше частини матеріалу (чи окремі панелі), з'єднані разом, утворюють досліджуваний зразок, необхідно заклеїти місця з'єднання цих частин липкою плівкою, заповнити компаундом або іншим матеріалом, що не поглинає звуку. Герметизація місць з'єднання необхідна для запобігання звукопоглинанню бічними сторонами окремих елементів зразка. У звіті необхідно вказати спосіб з'єднання і використані матеріали.

Краї досліджуваного зразка за периметром треба ізолювати або заклеїти, щоб не допустити поглинання ними звуку. Якщо краї досліджуваного зразка зазнають впливу за стандартних умов встановлення матеріалу під час фактичного використання, краї досліджуваного зразка не треба ізолювати або заклеювати під час випробовування. Якщо краї не заклеєні, їх площу треба враховувати в обчисленні площі досліджуваного зразка.

Про оброблення країв досліджуваного зразка треба зазначати у звіті про випробування. Якщо площу країв було враховано в обчисленні площі досліджуваного зразка, це треба зазначати у звіті про випробування.

Краї зразка за периметром повинні бути загерметизовані або закриті звуковідбивальною рамкою. Вона має бути твердою, не містити порожнин і не утворювати повітряного прошарку між випробувальним зразком та рамкою, між поверхнею камери та рамкою. Для кріплення зразків використовують рамку зі сталі завтовшки 1,0 мм, з гіпсокартону завтовшки 12,5 мм або деревини мінімальної товщини 12,5 мм. Рамка має щільно прилягати до зразка і бути герметичною з поверхнею камери. Зовнішня поверхня рамки не повинна виступати над поверхнею зразка.

Якщо поверхня зразка перфорована, вкрита масою, що розширюється під час застигання, або іншим облицювальним матеріалом, у звіті має бути подано повний опис цього матеріалу.

В.3 Кріплення типу В

Цей тип кріплення використовують для продукції, яку приклеюють безпосередньо до твердої поверхні акустичних панелей за допомогою адгезиву, при цьому між зразком і поверхнею, до якої він приклеєний, допустимо залишити дуже невеликий повітряний прошарок.

Досліджуваний зразок приклеюють до панелі з гіпсокартону, яку встановлюють безпосередньо біля поверхні камери. Товщина гіпсокартону не є критичною. Клей наносять відповідно до вказівок виробника. Якщо таких вказівок немає, на задню поверхню зразка наносять чотири мазки клею. Для створення повітряного прошарку наносять на 4 кутки кожного елемента зразка шар в'язучого матеріалу завтовшки 3 мм і розмірами 25 мм × 25 мм. Краї зразка вздовж периметра треба загерметизувати або закрити звуковідбивальною рамкою, яка має бути твердою, не мати порожнин і не утворювати повітряних прошарків між зразком і рамкою або між поверхнею камери та рамкою. Рамку може бути виготовлено зі сталі завтовшки 1,0 мм, гіпсокартону завтовшки 12,5 мм або деревини мінімальної товщини 12,5 мм. Рамка має щільно прилягати до поверхні зразка і бути герметично приклеєною до поверхні камери. Зовнішня поверхня рамки не повинна виступати над поверхнею зразка.

В.4 Кріплення типу Е

Досліджуваний зразок закріплюють з утворенням позаду нього повітряного прошарку. Цифровий індекс у позначенні (наприклад, тип Е-400) означає заокруглену до найближчих 5 мм відстань між відкритою поверхнею зразка та поверхнею камери позаду нього. Перевагу надають варіантам Е-400, Е-300 й Е-200, хоча можливі й інші відстані, додатково до 200, 300 або 400 мм.

Кріпильний засіб може бути виготовлено з металу, деревини чи іншого непористого матеріалу з поверхневою густиною не менше ніж 20 кг/м², він має закривати повітряний простір позаду зразка і не мати внутрішніх перегородок, якщо вони не є невід'ємними частинами зразка. Місце або стик з'єднання між кріпильним засобом і поверхнею камери, а також між кріпильним засобом і зразком мають бути герметичними, щоб запобігти просочуванню повітря між замкненим простором позаду зразка і навколишнім середовищем. Кріплення має закривати зразок уздовж усього периметра.

Кріпильний засіб типу Е розміщують на підлозі камери, щоб зразок було обернено догори, якщо конструкція зразка допускає таке положення і дія гравітації не вплине на його звукопоглинальні властивості.

В.5 Кріплення типу G

Досліджуваний зразок, що являє собою завісу, драпірувальну тканину, затемнювач вікон чи віконні штори (жалюзі), підвішують паралельно поверхні стінки камери. Цифровий індекс у позначці типу кріплення означає відстань від лицьової поверхні зразка до поверхні стінки камери (наприклад, тип G-100). Під час випробовувань треба надавати перевагу кріпленню зразка G-100, хоча можливі й інші відстані від поверхні камери.

Якщо ця відстань не дорівнює 100 мм, її величина має бути кратною 50 мм. Зразок можна випробовувати закріпленим у рамці або без неї, залежно від того, як цей виріб використовують на практиці. Якщо необхідна рамка, що закриває зразок уздовж периметра, вона має бути впритул з'єднана зі зразком і загерметизована з поверхнею камери.

Можна використовувати й інші способи кріплення, які треба докладно описати в звіті.

В.6 Кріплення типу I

Цей тип кріплення використовують для випробовування таких матеріалів, як, наприклад, штукатурка, яку наносять напилюванням або за допомогою будівельної лопатки. Такий матеріал наносять на основу. Треба забезпечити, щоб під час твердіння матеріалу основа не деформувалася. Досліджування зразка проводять так само, як у разі кріплення типу А, разом з рамкою, у якій закріплено зразок.

В.7 Кріплення типу J

Цей тип кріплення застосовують для визначання загальної характеристики звукопоглинання на одиницю площі прямокутних звукопоглиначів або звукорозсіювачів. Ці вироби закріплюють так, щоб один край спирався на поверхню камери або доторкався до неї. Можна використовувати додаткові кріпильні засоби. Не повинно бути повітряного проміжку між краєм виробу та поверхнею камери. Площа підлоги має бути від 10 м² до 15 м².

Розсіювачі треба встановлювати в два-три паралельних ряди. Між окремими розсіювачами в одному ряду не повинно бути проміжків. Найменша відстань від будь-якого розсіювача до будь-якої стінки камери (крім тієї стінки, на яку він спирається) має бути не менше ніж 1 м, якщо ці стінки не є частинами огорожі.

Комплект звукопоглиначів або розсіювачів має бути оточено бар'єром, що не поглинає звуку. Як такий бар'єр може бути використано одну чи дві стінки ревербераційної камери, як це показано на рисунках В.1 і В.2 відповідно. Відстань від частини бар'єра, паралельної звукопоглинальній поверхні досліджуваних виробів, до лінії, що проходить через центри цих виробів ряду, розміщеного ближче до бар'єра, повинна становити $d/2$, де d — відстань між паралельними рядами виробів. Частина бар'єра, перпендикулярна до рядів виробів, має бути з'єднана впотай з їхніми краями.

За висотою бар'єра можливі два варіанти:

а) нормальний.

Якщо висота бар'єра дорівнює висоті звукопоглиначів або розсіювачів, як показано на рисунку В.3;

б) глибокий.

Якщо висота бар'єра має бути на 0,8 м більша за висоту звукопоглиначів або розсіювачів, але менша ніж половина висоти ревербераційної камери, як показано на рисунку В.4.

Під час вимірювань у порожній камері бар'єр має залишатись на місці.

Розміри у метрах

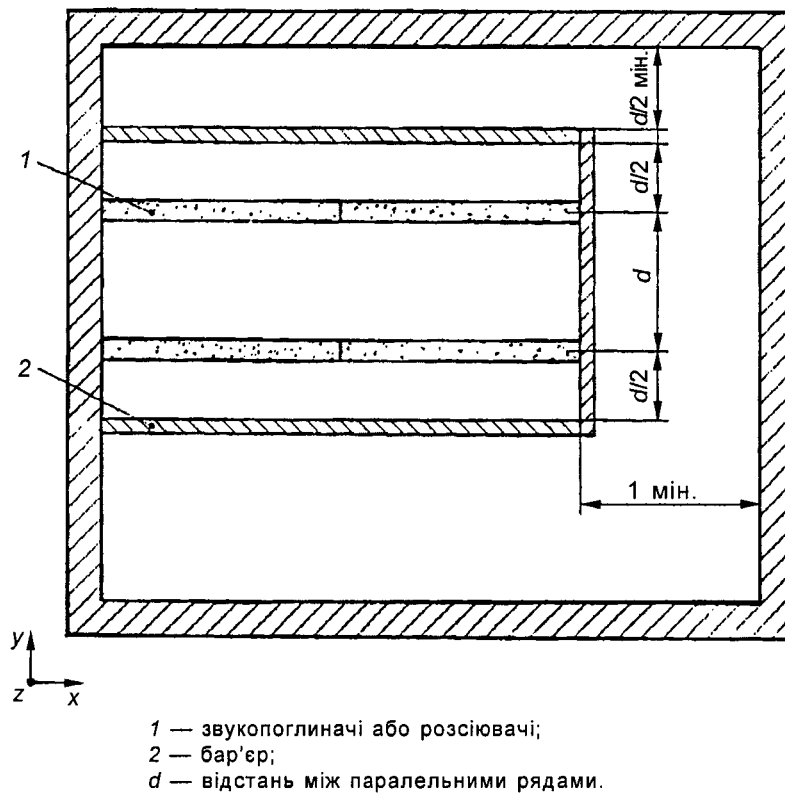


Рисунок В.1 — Приклад кріплення типу J з використанням бар'єра, що не поглинає звуку (вигляд зверху)

Розміри у метрах

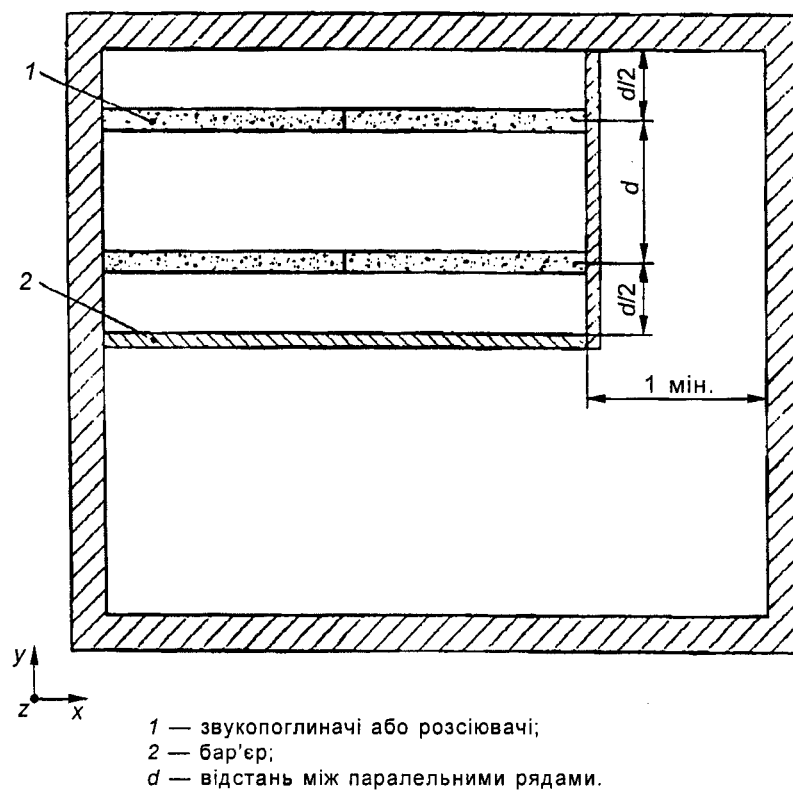


Рисунок В.2 — Приклад кріплення типу J з використанням бар'єра, що не поглинає звуку (вигляд зверху)

Розміри у метрах

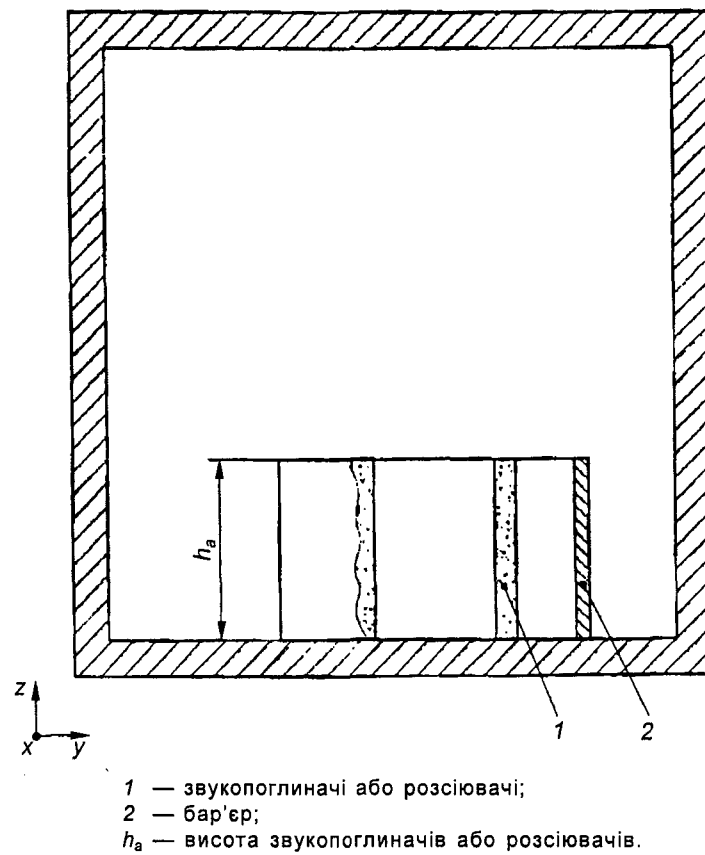


Рисунок В.3 — Приклад кріплення типу J з нормальним типом бар'єра (вигляд збоку)

Розміри у метрах

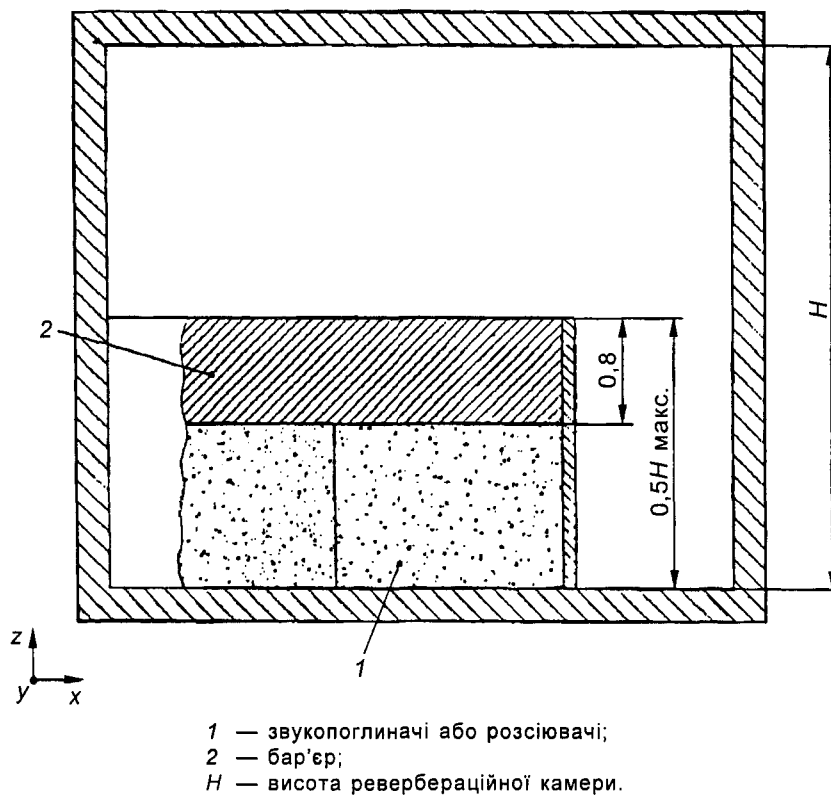


Рисунок В.4 — Приклад кріплення типу J з бар'єром глибокого типу (вигляд збоку)

БІБЛІОГРАФІЯ

- 1 ISO/TR 140-13 Acoustics — Measurement of sound insulation in buildings and of building elements — Part 13: Guidelines
- 2 ISO 11654 Acoustics — Sound absorbers for use in buildings — Rating of sound absorption
- 3 ISO 3382 Acoustics — Measurement of the reverberation time of rooms with reference to other acoustical parameters
- 4 Barron M. Impulse Response Testing Technique for Auditoria. *App. Acoust.*, 17, 1984, pp. 165ff
- 5 Schroeder M.R. New methods for measuring reverberation Time. *Acustica*, 80, 1994, pp. 205ff
- 6 Vorländer M. Beitz H. Comparison of Methods for Measuring Reverberation Time. *Acustica*, 80, 1994, pp. 205ff
- 7 Kuttruff H. Room Acoustics. 4th edition, Elsevier Applied Science, London and New York, 1991, Chapter VIII
- 8 Yoshito Hidaka, Hiroo Yano, Hideki Tachibana. Correction for the effect of atmospheric sound absorption coefficients of materials measured in a reverberation room. *J. Acoust. Soc. Jpn (E)*, 19, 1998, pp. 217—223
- 9 Fukushi Kawakami, Takeshi Sakai. Deep-well approach for canceling the edge effect in random incident absorption measurement. *J. Acoust. Cos. Jpn (E)*, 19, 1998, pp. 327—338.

Код УКНД 17.140.01; 91.120.20

Ключові слова: акустика, вимірювання, поглинання звуку, ревербераційні камери.