УДК 534.83

В.С. Дідковський, д-р техн. наук, В.П. Заєць, Н.О. Самійленко

Оцінка ізоляції повітряного шуму огороджуючих конструкцій в розширеному діапазоні частот

Представлены результаты измерения и анализ изоляции воздушного шума ограждающими конструкциями в расширенном частотном диапазоне, в том числе, показано влияние размеров испытательного образца на результаты измерения.

The airborne sound insulation measurement results and conclusions in a wider frequency range are described, else the influence of sample dimensions on results of measurements are shown.

Ключові слова: *звукоізоляція, ізоляція повітряного шуму, частотний діапазон, огороджуюча конструкція, шум.*

Вступ

Оцінка звукоізоляції огороджуючих конструкцій – одна з найважливіших задач будівельної акустики. Для її втілення оперують індексом ізоляції повітряного шуму Rw дБ. В [1] цій величині дається наступне визначення: Індекс ізоляції повітряного шуму R_W, дБ - це одночислова величина оцінки звукоізоляції елементів огороджувальних конструкцій, визначена за частотною характеристикою R. Де R, дБ - ізоляція повітряного шуму R, дБ - різниця в кожній смузі частот усереднених у просторі і часі рівнів звукового тиску у приміщенні з джерелом шуму та у приміщенні, в яке проникає шум, визначена за результатами вимірювань при умові відсутності побічних шляхів передачі звуку і скоригована за величиною фактичної еквівалентної площі звукопоглинання в приміщенні, в яке проникає шум (звукоізолююча спроможність огородження).

Індекси ізоляції огороджувальних конструкцій визначають на основі частотних характеристик звукоізоляції, одержаних за результатами вимірювань або розрахунку, шляхом порівняння цієї частотної характеристики зі стандартною оціночною частотною характеристикою ізоляції повітряного шуму R_N.

Величини стандартної оціночної частотної характеристики в третиннооктавних смугах частот в нормованому діапазоні від 100 Гц до 3150 Гц (16 третиннооктавних смуг) наведені в табл. 1 та на рис. 1.

Для визначення індексу ізоляції повітряного шуму R_W на графік із оціночною характеристикою звукоізоляції R_N наносять частотну характеристику ізоляції повітряного шуму даною конструкцією R і визначають несприятливе відхилення частотної характеристики даної конструкції від оціночної характеристики.

Несприятливими вважаються відхилення між характеристиками R_N і R вниз від оціночної характеристики в тій чи іншій смузі частот. Середнє несприятливе відхилення становить 1/16 суми всіх несприятливих відхилень для розрахунків в третиннооктавних смугах.

Якщо середнє несприятливе відхилення максимально наближається до 2 дБ, але не перевищує цю величину, то величина індексу R_W становить 52 дБ (числова величина ординати оціночної характеристики на середньогеометричній частоті 500 Гц).

Якщо середнє несприятливе відхилення перевищує 2 дБ, то оціночну характеристику треба змістити вниз на ціле число децибел так, щоб середнє несприятливе відхилення від зміщеної оціночної характеристики не перевищувало величину 2 дБ, але максимально до неї наближалося.

Якщо середнє несприятливе відхилення менше 2 дБ або несприятливі відхилення відсутні, то оціночну характеристику треба змістити вгору на ціле число децибел так, щоб середнє несприятливе відхилення від зміщеної оціночної характеристики максимально наближалося до 2 дБ, але не перевищувало цю величину.

У таких випадках за величину індексу R_W приймається числова величина ординати зміщеної (вниз або вгору) стандартної оціночної характеристики на середньогеометричній частоті 500 Гц [2].

В процесі експлуатації та будівництва огороджуючих конструкцій можливі ситуації, коли поліпшення звукоізоляції не дає позитивних результатів, що може свідчити про резонансні явища поза межами досліджуваного діапазону. Однак, методи такої оцінки не наведено. Тому виникає задача дослідити звукоізоляцію повітряного шуму у ширшому частотному діапазоні.

1. Постановка задачі

Частотний діапазон, в якому будується крива звукоізоляції визначається згідно з [3]. Крива побудована, враховуючи середні значення звукоізоляції огороджуючих конструкцій різних типів.

Таблиця 1. Числові величини стандартних оціночних частотних характеристик ізоляції повітряного шуму

Середньогеометричні частоти 1/3 октавних (октавних) смуг, Гц	Числові величини стандартних оціночних частотних характеристик звукоізоляції R_N, дБ	
	в 1/3 октавних смугах частот	в октавних смугах частот
100	33	
(125)	36	36
160	39	
200	42	
(250)	45	45
315	48	
400	51	
(500)	52	52
630	53	
800	54	
(1000)	55	55
1250	56	
1600	56	
(2000)	56	56
2500	56	
3150	56	

Примітка. Частоти наведені в дужках, відповідають середньо геометричним частотам октавних смуг

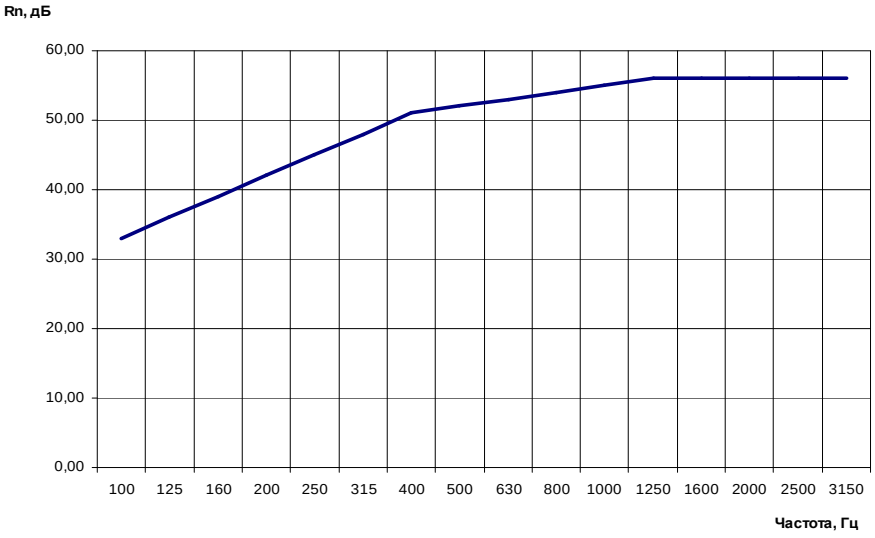

Рис. 1. Стандартна оціночна частотна характеристика ізоляції повітряного шуму R_N

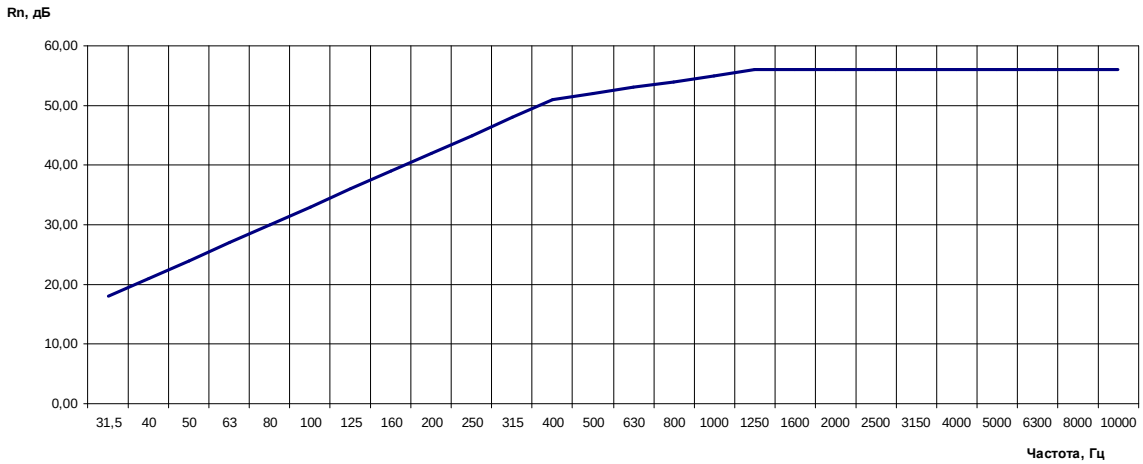

Рис. 2. Стандартна оціночна частотна характеристика ізоляції повітряного шуму R_N в діапазоні 31.5 – 10000 Гц

Для оцінки звукоізоляції огороджуючих конструкцій в частотному діапазоні від 31,5 Гц до 10 кГц проведено вимірювання звукоізоляції огороджуючих конструкцій різного типу, як в лабораторних так і в натурних умовах.

Для цього було зроблено ряд припущень:

1. Для визначення індексу ізоляції повітряного шуму згідно з процедурою наведеною в [3] стандартну частотну характеристику ізоляції повітряного шуму було екстрапольовано (рис. 2) в області частот 31,5 Гц – 100 Гц – зі спадом 9 дБ (співпадає з нахилом нормованої характеристики в області частот 100 – 400 Гц), в області частот 3150 – 10000 Гц – екстрапольована крива вважається константою (співпадає з нахилом нормованої характеристики в області частот 1250 – 3150 Гц).

2. Середнє несприятливе відхилення становить 1/26 суми всіх несприятливих відхилень для розрахунків в третинноктавних смугах (за кількістю частотних смуг).

В таблиці 2 наведені тип і опис огороджуючих конструкцій, які розглядалися.

2. Результати експерименту

Нижче приведено графіки (рис. 3–6) частотних характеристик ізоляції повітряного шуму для різних конструкцій.

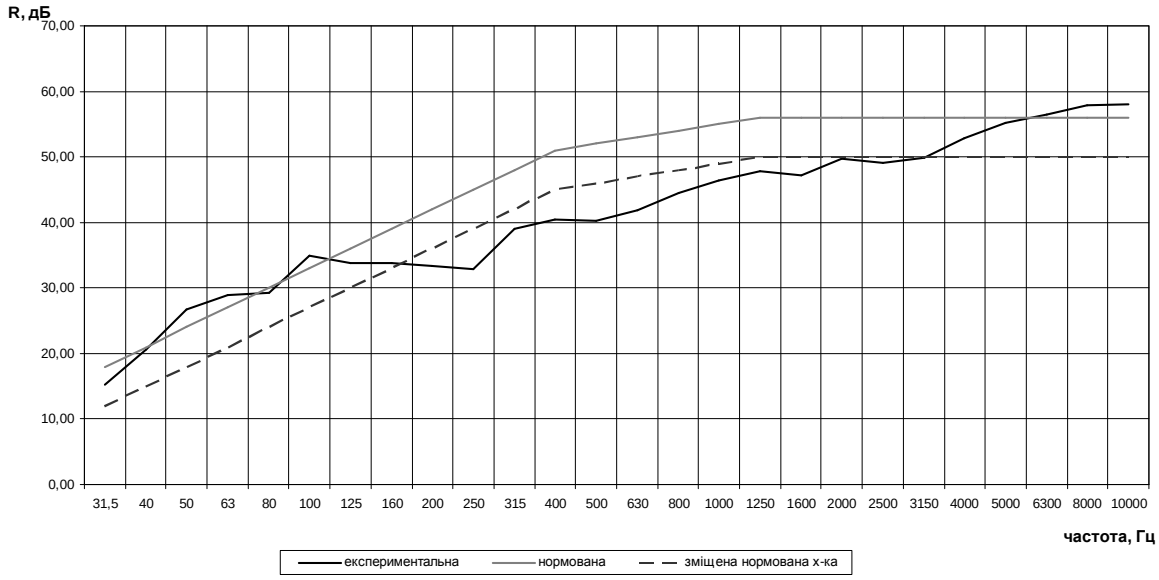

Рис. 3. Частотна характеристика ізоляції повітряного шуму огороджуючої перегородки 1

Індекс ізоляції повітряного шуму R_W , дБ, перегородки 1, при оцінці його в діапазоні 31,5 – 10000 Гц складає R_W = 46 дБ, в діапазоні 100- 3125 Гц: R_W = 45 дБ.

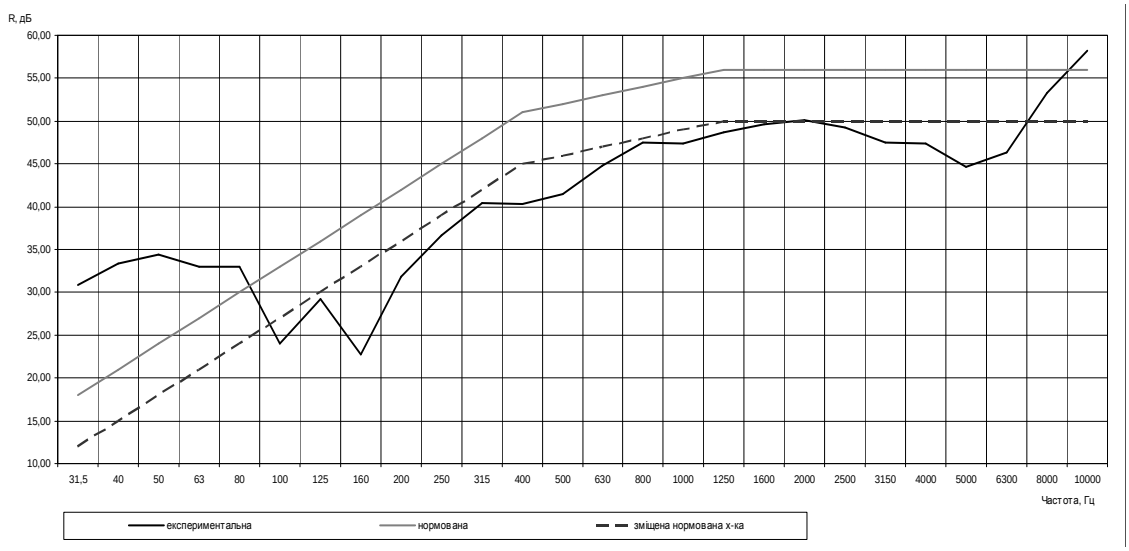

Рис. 4. Частотна характеристика ізоляції повітряного шуму огороджуючої перегородки 2

Індекс ізоляції повітряного шуму R_W , дБ, перегородки 2, при оцінці його в діапазоні 31,5 – 10000 Гц складає R_W = 46 дБ, в діапазоні 100- 3125 Гц: R_W = 45 дБ.

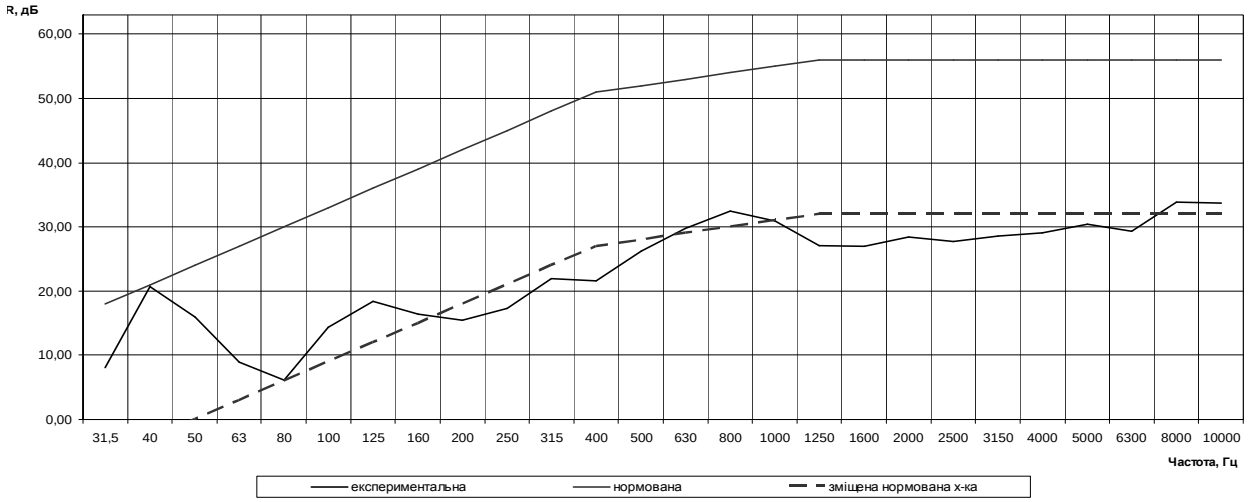

Рис. 5. Частотна характеристика ізоляції повітряного шуму огороджуючої перегородки 3

Індекс ізоляції повітряного шуму R_W , дБ, перегородки 3, при оцінці його в діапазоні 31,5 – 10000 Гц складає R_W = 28 дБ, в діапазоні 100- 3125 Гц: R_W = 27 дБ.

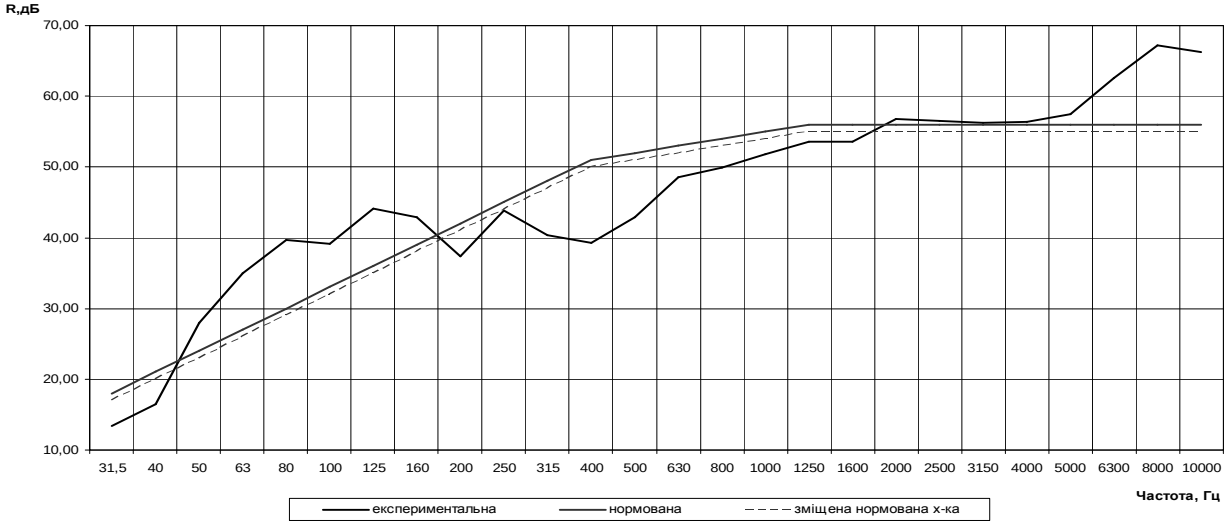

Рис. 6. Частотна характеристика ізоляції повітряного шуму огороджуючої перегородки 4

Індекс *ізоляції повітряного шуму R_W , дБ, перегородки 4, при оцінці його в діапазоні 31,5 – 10000 Гц складає R_W = 51 дБ, в діапазоні 100- 3125 Гц: R_W = 50 дБ.*

Таблиця 2. Перелік досліджуваних огороджуючих конструкцій та їх властивості

№	Тип перегородки	Товщина, мм	Площа, $м^2$	Місце проведення вимірювань
1	Монолітна з газобетону густиною 400 $кг/м^3$	300	12,93	Житлове приміщення в новозбудованому будинку без фінішного оздоблення
2	Каркасна з гіпоскартонної обшивки густиною 767 $кг/м^3$ та мінеральної вати між ними густиною 22 $кг/м^3$	100	1,95	Лабораторія НДІБК
3	Шумозахисний екран з двох металевих профлистів(з одного боку перфорований) типу С20 товщиною 0,5 мм, та мінеральної вати між ними густиною 55 $кг/м^3$	130	1,95	Лабораторія НДІБК
4	Монолітна з силікатної цегли та шаром штукатурки 2 мм	128	9,3	Житлове приміщення в будинку з фінішним оздобленням

Розглянувши, наведені приклади можна зробити наступні висновки:

- перегородки 2 та 3 мають підйом на частотах нижчих від 100 Гц. Слід зауважити, що обидві перегородки випробовувалися в лабораторних умовах. Процедура вимірювання в такому випадку, полягає у тому, що випробувальні зразки монтуються у ніші розміром 1,95 м^2 в перегородці з тяжкого бетону, що розділяє камери високого та низького рівнів. Оскільки, власна ізоляція перегородки з тяжкого бетону значно вища ніж звукоізоляція випробувальних зразків, а довжина звукової хвилі на частоті 50 Гц складатиме 6,6 м, то звукоізоляція на низьких частотах визначатиметься не здатністю випробувальних зразків, а здатністю перегородки в цілому. Дослідження впливу лабораторних приміщень на значення звукоізоляції повітряного шуму наведені в роботі [4] і вони показують, що достовірність результатів напряму залежать від площі випробувального зразку, яка має складати не менше 10 м^2;
- у всіх чотирьох випадках індекс ізоляції повітряного шуму для діапазону 31,5Гц – 10 кГц на 1 дБ більший ніж для частотного діапазону 100 – 3150 Гц. Така закономірність не дає остаточного розуміння фізики процесу і тому потребує додаткового дослідження.
- - перегородки 1 та 3 мають яскраво виражені спади і підйоми на нижчих від 100 Гц та вищих від 3150 Гц частотах відповідно. Такий результат, досить закономірний, оскільки з ростом частоти звукоізоляційна здатність огороджуючих конструкцій збільшується [5]. Таку залежність можна використати у випадках, коли не має можливості виміряти звукоізоляцію в широкому діапазоні частот. В роботі [6] для оцінки звукоізоляції в частотному діапазоні від 50 Гц до 10000 Гц приведені наступні припущення:
- якщо відсутні дані нижче 100 Гц, крива звукоізоляції між 31,5 Гц і 100 Гц продовжується згідно з «законом мас», або іншими словами зі спадом 6 дБ/октаву;
- у напрямку до вищих частот ніж 3,15 кГц екстрапольована крива звукоізоляції вважається константою до 10 кГц.
- Ґрунтуючись на висновках наведених в [6], з корекцією припущень щодо частот вище 3,15 Гц, оскільки результати вимірювання показали ріст значень звукоізоляції в цьому діапазоні, можна побудувати криву звукоізоляції в діапазоні до 100 Гц – зі спадом 6 дБ/октаву, в діапазоні з 3,15 кГц до 100 кГц – з ростом 3 дБ/октаву. Отримані згідно такого припущення результати, не змінюють індекс ізоляції повітряного шуму.

Висновки

- проаналізована методика визначення індексу ізоляції повітряного шуму огороджуючих конструкцій в широкому діапазоні частот;
- приведено результати експериментальних досліджень ізоляції повітряного шуму в частотному діапазоні від 31,5 Гц до 10 кГц;
- показано, що достовірність результатів вимірювання індексу ізоляції повітряного шуму залежить від площі огороджуючої конструкції;
- запропоновано спрощену методику визначення індексу ізоляції повітряного шуму для широкого діапазону частот.

Література

1. ДСТУ Б В.2.6-85:2009: Конструкції будинків і споруд. Звукоізоляція огороджувальних конструкцій. Методи оцінювання К., Мінрегіонбуд України, 2009.
2. СНиП II-12-77 Нормы проектирования. Защита от шума М. Стройиздат, 1978 – 50 с.
3. ISO 717-1:1996 Acoustics - Rating of sound insulation in buildings and of building elements - Part 1: Airborne sound insulation, Switzerland. – 1996. – p. 2-3.
4. *Farina A.,* Fausti P., Pompoli R., Scamoni F., Intercomparison of laboratory measurements of airborne sound insulation of partitions // ACUSTICA united with ACTA ACUSTICA. - 2002
5. *Крейтан В.Г.* Обеспечение звукоизоляции при конструировании жилых зданий. – М.: Стройиздат, 1980 – С.19 – 25.
6. *Vorlander M.*, Thaden R. Investigation of speech privacy in buildings by means of auralization // ACUSTICA united with ACTA ACUSTICA. - 2000. - Nr (2). - P. 76-89.

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»