

**УДК 699.844**

**РОЗРАХУНОК ІЗОЛЯЦІЇ ПОВІТРЯНОГО ШУМУ  
АКУСТИЧНО ОДНОРІДНОЇ ПЕРЕГОРОДКИ МЕТОДОМ  
ПОБУДОВИ ЧАСТОТНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ І ПРЯМИМ  
РОЗРАХУНКОМ**

**CALCULATION ISOLATION OF AIR NOISE ACOUSTIC UNIFORM  
SEPTUM USING THE METHOD OF CONSTRUCTION OF  
FREQUENCY CHARACTERISTICS AND DIRECT CALCULATION**

**Нікітюк Ю. В., магістр, Ротко С. В., к.т.н., доцент кафедри ПЦБ  
(Луцький національний технічний університет, м. Луцьк)**

**Nikitiuk J., master, Rotko S., Ph.D. in Engineering, Associate  
Professor (Lutsk National Technical University, Lutsk)**

Побудовано частотну характеристику ізоляції повітряного шуму акустично однорідної перегородки із газобетонних блоків у дошкільних навчальних закладах. Визначено індекс ізоляції повітряного шуму. Дано оцінку відповідності перегородки нормативним вимогам.

The calculation of air noise isolation acoustically homogeneous wall by two methods: 1 - construction of frequency response, 2 - direct payments. Construct a frequency response of airborne noise insulation  $R'$ , dB acoustically smooth walls of concrete blocks thickness of 200 mm and a density of  $800 \text{ kg} / \text{m}^3$ . Define the index of isolation of air noise  $R'_w$ , dB. Estimates of its compliance with regulatory requirements for partitions between group rooms, bedrooms and other rooms children in pre-school. Compare the results that we obtained using calculations in two ways. Recommendations to improve the sound insulation of walls and protection from noise in preschool education.

Ключові слова: звукоізоляція, індекс ізоляції повітряного шуму, частотна характеристика, акустично однорідна конструкція стіни, несприятливий відхил, нормативний документ.

Keywords: soundproofing, index of isolation of air noise, frequency response, acoustically homogeneous structure wall, adverse deviation, regulatory document.

**Постановка проблеми.** Темою дослідження є розрахунок частотної характеристики ізоляції повітряного шуму  $R'$  акустично однорідної перегородки між груповими кімнатами, спальнями та іншими дитячими кімнатами у дошкільних навчальних закладах і оцінка її відповідності нормативним вимогам. Перегородка запроєктована із газобетонних блоків товщиною 200 мм і густиною  $800 \text{ кг/м}^3$ . Визначимо індекс ізоляції повітряного шуму  $R'_w$ . Наведемо та порівняємо результати, отримані при розрахунках двома способами: методом побудови частотної характеристики та за допомогою прямого розрахунку.

До акустично однорідних відносяться одношарові конструкції, а також конструкції, що складаються із двох або більше шарів (елементів) із твердих матеріалів, жорстко з'єднаних між собою по всій площі конструкції [1]. Ізоляцію повітряного шуму  $R'$ , дБ, акустично однорідної плоскої огорожувальної конструкції із газобетону можна визначити двома способами:

- 1) графічним – за допомогою побудови частотної характеристики ізоляції повітряного шуму;
- 2) методом прямого розрахунку.

**Основна частина.** Частотна характеристика ізоляції повітряного шуму – величина ізоляції повітряного шуму  $R$ , дБ (або  $R'$ , дБ) у третиннооктавних або октавних смугах частот [3]. Частотну характеристику у графічний спосіб зображують як ламану лінію ABCD. Для її побудови визначаємо спочатку координати точки В ( $f_B$ ;  $R'_B$ ). Частоту  $f_B$  визначаємо залежно від товщини перегородки та густини матеріалу (формули 1а-1ж [1]). При густині  $\rho \leq 1200 \text{ кг/м}^3$  скористаємось формулою:

$$f_B = 134 - 120 \log h_p, \quad (1)$$

де  $h_p$  – товщина огорожувального шару.

$$f_B = 134 - 120 \log 0.2 = 134 - 120 \cdot (-0.699) = 217.88 \text{ Гц}$$

Частота  $f_B$  знаходиться у межах триоктавної смуги з середньгеометричною частотою 200 Гц (згідно табл.1 [1]).

Величину  $R'_B$  визначасмо залежно від поверхневої густини конструкції перегородки за формулою:

$$R'_B = 21 \log m - 14, \quad (2)$$

де  $m$  – поверхнева густина огорожувальної конструкції,  $\text{кг/м}^2$ :

$$m = h_p \cdot \rho = 800 \cdot 0.2 = 160 \text{ кг/м}^2, \quad (3)$$

$$R'_B = 21 \log 160 - 14 = 21 \cdot 2.2 - 14 = 32,2 \text{ дБ.}$$

На графіку (рис. 1), на якому по осі абсцис відкладені середньгеометричні частоти третиннооктавних смуг у діапазоні частот від 100 Гц до 3150 Гц, а по осі ординат у лінійному масштабі – величини ізоляції повітряного шуму, наносимо точку В з координатами:  $f_B = 200$  Гц;  $R'_B = 32$  дБ.

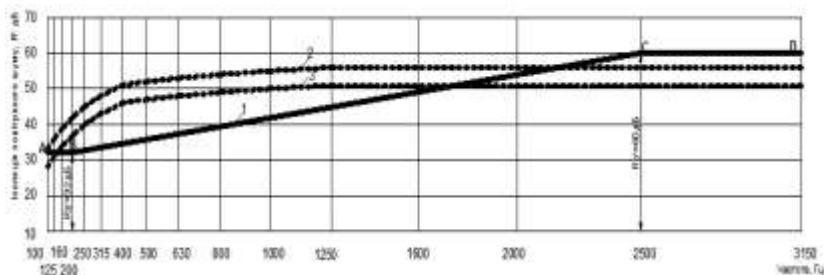


Рис. 1. Розрахункова схема визначення ізоляції повітряного шуму перегородки із газобетону: 1- розрахункова частотна характеристика ізоляції повітряного шуму  $R'$ ; 2 – стандартна оціночна частотна характеристика ізоляції повітряного шуму  $R'_N$ ; 3- зміщена стандартна оціночна частотна характеристика ізоляції повітряного шуму  $R'_N$  на 5дБ

Побудову частотної характеристики ізоляції повітряного шуму  $R'$ , дБ, акустично однорідною плоскою конструкцією виконуємо покроково: із точки В вліво проводимо горизонтальний відрізок ВА, а вправо від точки В – відрізок ВС з нахилом 7,5 дБ на кожному октаву до точки С з ординатою  $R'_C = 60$  дБ. Із точки С вправо проводимо горизонтальний відрізок CD. Числові значення цієї характеристики записуємо в колонку 2 таблиці 1.

Індекс ізоляції повітряного шуму  $R'_w$  – одночислова величина оцінки звукоізоляції огорожувальної конструкції, визначена за її частотною характеристикою  $R'$  [1]. Індекс ізоляції повітряного шуму  $R'_w$  даної перегородки визначаємо шляхом порівняння розрахованої частотної характеристики звукоізоляції  $R'$  зі стандартною оціночною характеристикою ізоляції повітряного шуму  $R_N$ . (згідно з 6.1 [2]).

На графік (рис. 1) із розрахованою частотною характеристикою  $R'$  (крива 1) наносимо стандартну оціночну частотну характеристику  $R_N$  (крива 2) і визначаємо величину середнього несприятливого відхилення характеристики  $R'$  відносно

**Сучасні методи розрахунків у будівництві**

характеристики  $R_N$ . Числові величини стандартних оціночних частотних характеристик ізоляції повітряного шуму  $R_N$  у третиннооктавних смугах частот у нормованому діапазоні від 100 Гц до 3150 Гц (16 третиннооктавних смуг) вибираємо з таблиці 3 [2] і записуємо в колонці 3 табл. 1.

Таблиця 1

Обчислення індексу ізоляції повітряного шуму  $R'_w$  зі зміщенням оціночної частотної характеристики на 5 дБ

Середньо геометрична частота 1/3 октавних смуг, Гц	Значення розрахованої частотної характеристики $R'$ , дБ	Значення оціночної частотної характеристики $R_N$ , дБ	Величина несприятливого відхилення від характеристики $R_N$ , дБ	Значення оціночної частотної характеристики $R_N$ , дБ зміщеної вниз на 5 дБ	Величина несприятливого відхилення від зміщеної характеристики $R_N$ , дБ
1	2	3	4	5	6
100	32	33	1	28	-
125	32	36	4	31	-
160	32	39	7	34	2
200	32	42	10	37	5
250	32.6	45	12.4	40	7,4
315	33.4	48	14.6	43	9,6
400	34.4	51	16.6	46	11,6
500	35.6	52	16.4	<b>47</b>	11,4
630	37.2	53	15.8	48	10,8
800	39.3	54	14.7	49	9,7
1000	41.7	55	13.3	50	8,3
1250	44.8	56	11.2	51	6,2
1600	49	56	7	51	2
2000	53.9	56	2.1	51	-
2500	60	56	-	51	-
3150	60	56	-	51	-
Сума несприятливих відхилів			146,1дБ		84дБ
Середній несприятливий відхил			146,1/16 = = 9,13 > 2 дБ		84/16 = = 5,25 > 2 дБ

Несприятливими є відхилення між характеристиками  $R_N$  і  $R'$  вниз від оціночної характеристики  $R_N$  до характеристики  $R'$  в тій чи іншій смузі частот. Середній несприятливий відхил становить 1/16 суми усіх несприятливих відхилів, наявних у смугах частот.

Величини несприятливих відхилів розрахованої частотної характеристики ізоляції повітряного шуму  $R'$  від стандартної

оціночної характеристики  $R_N$  у відповідних третиннооктавних смугах частот записуємо у колонці 4 табл.1. Загальна сума усіх несприятливих відхилів становить 146,1 дБ, а величина середнього несприятливого відхилення – 9,13 дБ.

Якщо величина середнього несприятливого відхилення перевищує 2 дБ, то оціночну характеристику треба змінити вниз на ціле число децибел так, щоб величина середнього несприятливого відхилення від зміненої оціночної характеристики знову не перевищувала 2 дБ, але максимально наближалася до 2 дБ [2]. Змінюємо стандартну оціночну частотну характеристику  $R_N$  вниз на 5дБ (крива 3 на рис.1). Числові значення зміненої характеристики  $R_N$  записуємо у колонці 5 табл.1. У колонці 6 табл.1 вказуємо величини несприятливих відхилів розрахованої частотної характеристики звукоізоляції  $R'$  відносно зміненої оціночної характеристики  $R_N$ . За величину індексу  $R'_W$  приймається числова величина ординати зміненої вниз стандартної оціночної характеристики на середньгеометричній частоті 500 Гц.

Величина середнього несприятливого відхилення перевищує 2 дБ, отже змінюємо оціночну характеристику вниз від розрахункової на 10 децибел. Аналогічно визначаємо значення оціночної частотної характеристики  $R_N$  та величини несприятливих відхилів розрахованої частотної характеристики звукоізоляції  $R'$  відносно зміненої оціночної характеристики  $R_N$ . Відповідні дані заносимо до таблиці 2.

Індекс ізоляції повітряного шуму  $R'_W$  акустично однорідних огорожувальних конструкцій із матеріалів, наведених у 5.1.2 [1] можна визначити прямим розрахунком відповідно до пункту 5.1.4 [1] (без побудови частотної характеристики).

Індекс ізоляції повітряного шуму  $R'_W$  методом прямого розрахунку визначається за формулою:

$$R'_W = 23 \log m_e - 8, \text{ при } m_e \geq 200 \text{ кг/м}^3, \quad (4)$$

де  $m_e$  – еквівалентна поверхнева густина огорожувальної конструкції, кг/м<sup>3</sup>;

$$m_e = k_e \cdot m, \quad (5)$$

де  $m$  – поверхнева густина огорожувальної конструкції, кг/м<sup>2</sup>;

$k_e$  – коефіцієнт, визначається відповідно до табл. 2 [1],  $k_e = 1,5$

$$m_e = 1,5 \cdot 160 = 240 \text{ кг/м}^3$$

$$R'_W = 23 \log 240 - 8 = 46,7 \text{ дБ.}$$

Обчислення індексу ізоляції повітряного шуму  $R'_w$  зі зміщенням оціночної частотної характеристики на 10 дБ

Середньо геометрична частота 1/3 октавних смуг, Гц	Значення розрахованої частотної характеристики $R'$ , дБ	Значення оціночної частотної характеристики $R_N$ , дБ	Величина несприятливого відхилення від характеристики $R_N$ , дБ	Значення оціночної частотної характеристики $R_N$ дБ зміщеної на 10дБ	Величина несприятливого відхилення від зміщеної характеристики $R_N$ , дБ
1	2	3	4	5	6
100	32	33	1	23	-
125	32	36	4	26	-
160	32	39	7	29	-
200	32	42	10	32	0
250	32.6	45	12.4	35	2,4
315	33.4	48	14.6	38	4,6
400	34.4	51	16.6	41	6,6
500	35.6	52	16.4	<b>42</b>	6,4
630	37.2	53	15.8	43	5,8
800	39.3	54	14.7	44	4,7
1000	41.7	55	13.3	45	3,3
1250	44.8	56	11.2	46	1,2
1600	49	56	7	46	-
2000	53.9	56	2.1	46	-
2500	60	56	-	46	-
3150	60	56	-	46	-
Сума несприятливих відхилів			146.1дБ		22,2
Середній несприятливий відхил			146,1/16= =9,13>2 дБ		22,2/16=1,38 <2 дБ

Згідно з табл. 3 [4] величина індексу ізоляції повітряного шуму  $R'_{w, \text{норм}}$  для перегородок у дитсадках повинна бути не меншою, ніж 48 дБ. Величина індексу ізоляції повітряного шуму  $R'_w$  розрахованої перегородки методом побудови частотної характеристики за табл. 1 становить 47дБ, а за табл. 2 – 42дБ, що менше 48дБ. За прямим розрахунком  $R' = 46,7\text{дБ} < 48\text{дБ}$ . Умова не виконується, тобто перегородка з газобетону товщиною 200 мм і густиною 800 кг/м<sup>3</sup> не відповідає вимогам ДБН В.1.1-31 щодо звукоізоляції перегородок між груповими кімнатами, спальнями та іншими дитячими кімнатами у дошкільних навчальних закладах.

Тому для підвищення звукоізолюючої здатності стін застосовують або повітряний прошарок, або багатошарові

конструкції, виконані з матеріалів, що різко відрізняються за своїми фізичними властивостями. По можливості потрібно збільшувати масу огорожі: чим вона масивніша, тим більше енергії потрібно звуку, щоб пройти крізь стіну. Двошарова конструкція стіни краща за одношарову. Акустична розв'язка або фізичне виключення жорстких зв'язків між двошаровими перегородками значно знижує передачу шуму та вібрацій з одного боку стіни на інший. За необхідності збільшити звукоізоляцію існуючої одношарової перегородки з цегли, бетону або гіпсових блоків застосовують додаткове облицювання гіпсокартоном, закріпленим еластичними звукоізолюючими кріпленнями. Застосування стандартних металевих П-подібних кронштейнів призводить до утворення жорстких зв'язків і, як наслідок, до зниження звукоізоляції. Каркаси облицювання необхідно заповнювати на всю глибину спеціальною акустичною мінеральною ватою.

**Висновки.** У результаті розрахунку індексу ізоляції повітряного шуму двома способами отримано хорошу збіжність результатів обчислень. Оскільки метод побудови частотної характеристики є більш трудомістким, доцільніше при орієнтовних розрахунках індекс ізоляції повітряного шуму  $R'_w$  акустично однорідних огорожувальних конструкцій визначати методом прямого розрахунку. Ізоляція повітряного шуму акустично однорідними масивними огорожувальними конструкціями може бути збільшена за рахунок їх облицювання акустично гнучкими панелями з проміжком від огорожі, заповненим ефективним звукопоглинальним матеріалом.

1. ДСТУ-Н Б В.1.1-34:2013 «Настанова з розрахунку та проектування звукоізоляції огорожувальних конструкцій житлових і громадських будинків» – К.: Мінрегіон України, 2014.

2. ДСТУ Б В.2.6-85:2009 «Конструкції будинків і споруд. Звукоізоляція огорожувальних конструкцій. Методи оцінювання» – К.: Мінрегіон України, 2009.

3. ДБН В.2.6-XX:201X «Будівельна акустика» – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України.

4. ДБН В.1.1-31 «Захист територій, будинків і споруд від шуму» – К.: Мінрегіон України, 2014.

5. /news/zvukoizoljacija\_stin/2013-03-31-207.