

Будівельна акустика.

Розрахунок та проектування звукоізоляції приміщень.

ДБН В.1.1-31:2013. Захист територій, будинків і споруд від шуму

ДСТУ-Н Б В. 1.1-32:2013
Настанова з проектування захисту від шуму в приміщеннях засобами звукопоглинання та екранування

ДСТУ-Н Б В.1.1-33
Настанова з розрахунку та проектування засобів захисту сельбищної території від шуму

ДСТУ-Н Б В.1.1-34:2013
Настанова з розрахунку та проектування звукоізоляції огорожувальних конструкцій житлових і громадських будинків

ДСТУ-Н Б В 1.1-35:2013
Настанова з розрахунку рівнів шуму в приміщеннях і на територіях

Таблиця 1 – Допустимі рівні шуму у приміщеннях житлових і громадських будівель (фрагмент)

Ч.ч.	Призначення приміщення або території	Час доби	Рівні звукового тиску $L_{\text{доп}}$, дБ (еквівалентні рівні звукового тиску $L_{\text{екв доп}}$, дБ) в октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц									Рівень звуку L_A доп (еквівалентний рівень звуку L_A екв доп), дБА	Максимальний рівень звуку L_A макс доп, дБА
			31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
6	Житлові приміщення квартир	Денний	79	63	52	45	39	35	32	30	28	40	55
		Нічний	72	55	44	35	29	25	22	20	18	30	45
8	Житлові номери готелів: – категорії 4 зірки і 5 зірок ¹⁾	Денний	76	59	48	40	34	30	27	25	23	35	50
		Нічний	72	55	44	35	29	25	22	20	18	30	45
	– категорії 3 зірки ¹⁾	Денний	79	63	52	45	39	35	32	30	28	40	55
		Нічний	72	55	44	35	29	25	22	20	18	30	45
	– категорії менше ніж 3 зірки	Денний	83	67	57	49	44	40	37	35	33	45	60
		Нічний	76	59	48	40	34	30	27	25	23	35	50

Табл. 5 – Допустимі рівні звукового тиску у октавних смугах частот, еквівалентні рівні звуку на робочих місцях у приміщеннях

№ ч.ч	Вид трудової діяльності	Рівні звукового тиску $L_{\text{доп}}$, дБ, в октавних смугах з середньогомеетричними частотами, Гц									Рівні шуму $L_{\text{А екв доп}}$, дБА
		31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	Творча діяльність, керівна робота з підвищеними вимогами, наукова діяльність, конструювання та проектування, програмування, викладання та навчання, лікарська діяльність	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
2	Висококваліфікована робота, що вимагає зосередження, адміністративно-керівна діяльність, вимірювальні та аналітичні роботи у лабораторії	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60
3	Робота, що виконується з вказівками та акустичними сигналами, які часто надходять, робота, що потребує постійного слухового контролю, операторська робота за точним графіком з інструкцією, диспетчерська робота	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
4	Робота, що вимагає зосередження, робота з підвищеними вимогами до процесів спостереження та дистанційного керування виробничими циклами	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75
5	Виконання всіх видів робіт (крім перелічених у пп.1-4 та аналогічних їм) на постійних робочих місцях у виробничих приміщеннях	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

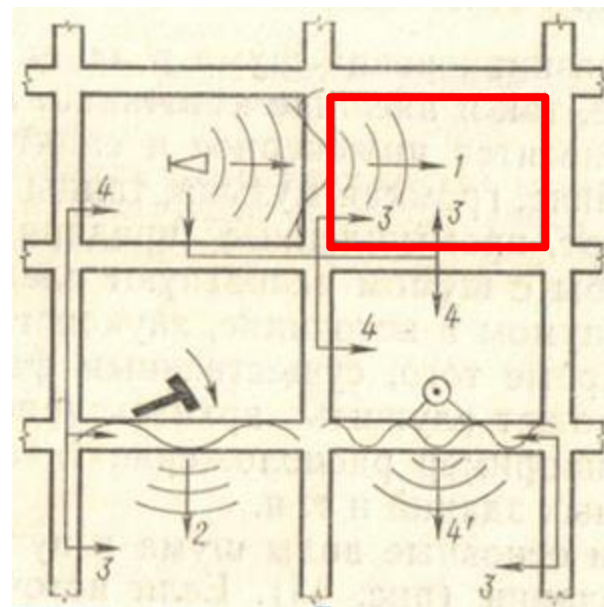
Санітарні норми виробничого шуму, ультразвучу та інфразвучу : ДСН 3.3.6.037-99. [Затверджено постановою Головного державного санітарного лікаря України від 01.12.1999 № 37] /МОЗ України. – К., 1999. – 34 с. – (Державні санітарні норми України).

Основні фізичні величини для визначення акустичних характеристик будівельних об'єктів

Ізоляція повітряного шуму фактична R'

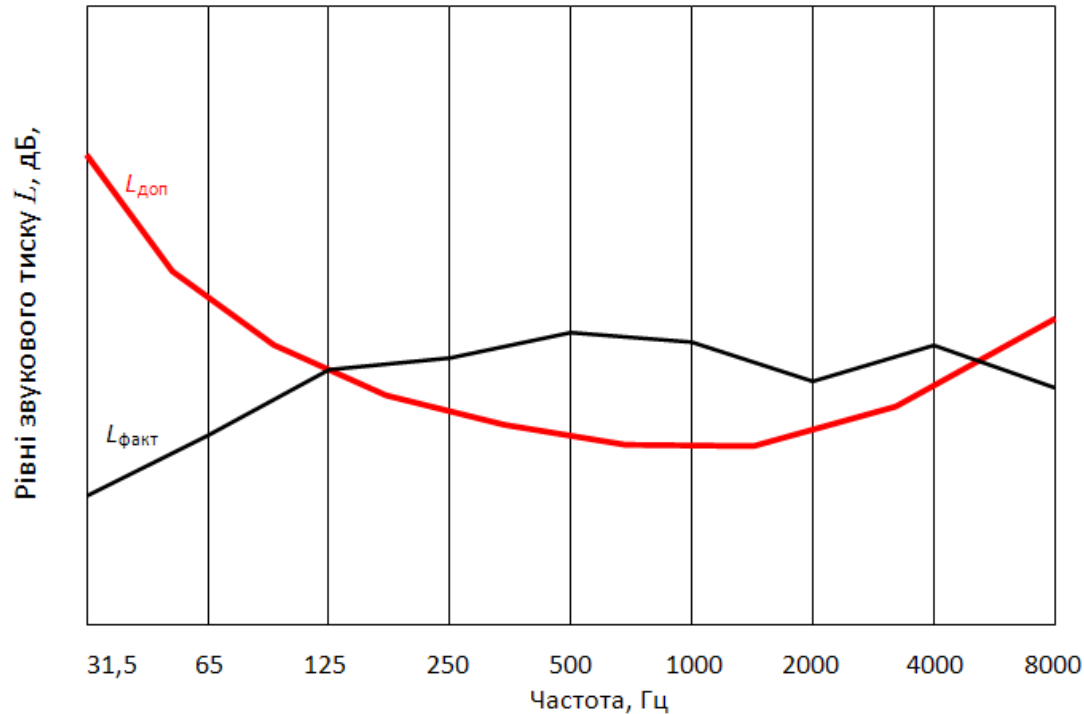
Величина, що характеризує зниження рівня повітряного шуму при його проходженні через огородження та обхідними шляхами і являє собою десять десяткових логарифмів відношення звукової потужності шуму, що падає на огорожувальну конструкцію, до сумарної звукової потужності шуму, що пройшов крізь цю конструкцію та обхідними шляхами, характерними для будівель

$$R' = 10 \lg \left(\frac{W_{\text{пад}}}{W_{\text{к}} + W_{\text{о}}} \right)$$



Принцип нормування необхідної звукоізоляції

На кожній частоті повинна виконуватись умова: $R^{\text{нх}} = L_{\text{факт}} - L_{\text{доп}}$



За таким принципом нормується звукоізоляція конструкцій промислових будівель та житлових і громадських будинків, які відокремлюють шумні приміщення (венткамери, трансформаторні тощо) від тихих приміщень. $L_{\text{факт}}$ розраховується за відповідними формулами.

Формули для розрахунку $L_{\text{факт}}$ від повітряного шуму

Для пропорційних приміщень:

$$L_{\text{факт}} = L_{\text{ш}} + 10 \lg S_{\text{к}} + 10 \lg \left(\frac{1}{S_{\text{д}}} + \frac{4}{B_{\text{т}}} \right) - \delta_{\text{д}}$$

Для непропорційних приміщень:

$$L_{\text{факт}} = L_{\text{ш}} + 10 \lg S_{\text{к}} + 10 \lg \left(\frac{1}{S_{\text{д}}} + \frac{1 - \bar{\alpha}_0}{H \times G} \times \frac{r + G}{r + H} \times J \right) - \delta_{\text{д}}$$

Для територій
(від шуму з приміщень):
де:

$$L_{\text{факт}} = L_{\text{ш}} + 10 \lg S_{\text{к}} - 15 \lg r + 10 \lg \Phi - \frac{\beta_{\text{а}} r}{1000} - 10 \lg \Omega - 6$$

$L_{\text{ш}}$ – рівень звукового тиску ДШ на відстані 2 м від огорожувальної конструкції, дБ;

$S_{\text{к}}$ – площа огорожувальної конструкції, м²;

$S_{\text{д}}$ – площа уявної поверхні, яка визначається за відповідною формулою м²;

$B_{\text{т}}$ – акустична постійна приміщення, в яке проникає шум, м²;

$\delta_{\text{д}}$ – поправка, яка враховує звідки надходить шум (з території = 0, з приміщення = 6 дБ)

H, G – висота і ширина приміщення, м;

α_0 – середній коефіцієнт звукопоглинання;

r – відстань РТ від стіни, через яку проникає шум, м;

J – функція, що характеризує поле в непропорційних приміщеннях (розраховується);

Φ – фактор спрямованості випромінювання ДШ (для рівномірних ДШ $\Phi = 1$);

$\beta_{\text{а}}$ – затухання звуку в атмосфері, м⁻¹, приймається за таблицю;

Ω – просторовий кут, в який випромінюється шум ДШ, стер.

Нормування звукоізоляції від повітряного шуму для звичайних приміщень

Для конструкцій, що розділяють звичайні приміщення у житлових та громадських будинках та зовнішніх конструкцій, методика розрахунку необхідної ізоляції спрощена.

Для внутрішніх конструкцій вона базується на розрахунку індексів звукоізоляції повітряного шуму R'_w , дБ, та приведенного рівня ударного шуму $L'_{пw}$, дБ (для перекриттів). Для зовнішніх конструкцій – показник ізоляції повітряного шуму $R'_{A \text{ тран}}$, дБА (розраховується за ДСТУ Б В.2.6-85:2009. Звукоізоляція огорожувальних конструкцій. Методи оцінювання)

Нормативні значення цих індексів наводяться у відповідних таблицях ДБН В.1.1-31.

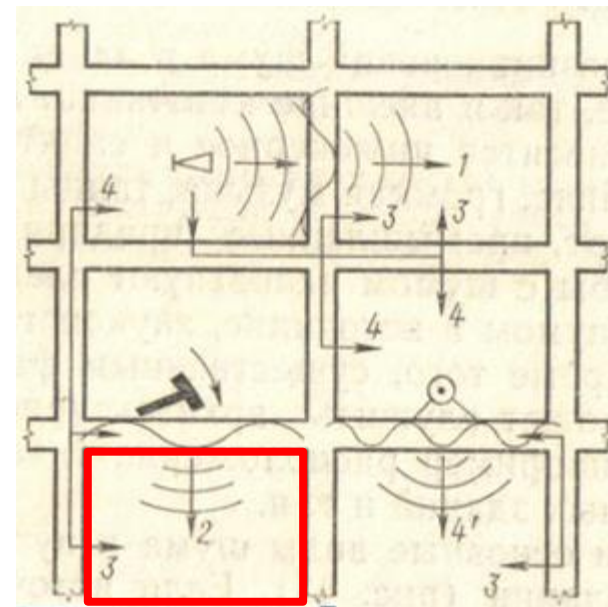
Основні фізичні величини для визначення акустичних характеристик будівельних об'єктів

Приведений рівень ударного шуму фактичний

$$L'_{II}$$

Величина, яка характеризує ізоляцію ударного шуму міжповерховим перекриттям в натурних умовах і являє собою середній рівень звукового тиску в приміщенні під перекриттям, при роботі на ньому стандартної ударної машини, за наявності обхідних шляхів передачі ударного шуму, приведений до величини стандартної еквівалентної площі звукопоглинання .

Частота ударов	10 Гц ± 0,52 Гц
Скорость падения молотков	0,886 ± 0,022 м/с
Высота падения молотков	40 мм ± 2 мм
Питание	сеть переменного тока 50 Гц, 180-240 В
Габаритные размеры	537 x 230 x 345 мм (в собранном виде); 555 x 220 x 330 мм (в сумке-кофре)
Масса	16 кг (в собранном виде); 19 кг (в сумке-кофре)
Диапазон рабочих температур	+5 ...+40 °С



Таблиця 3 – Нормативні значення індексів ізоляції повітряного і ударного шуму внутрішніх огорожувальних конструкцій

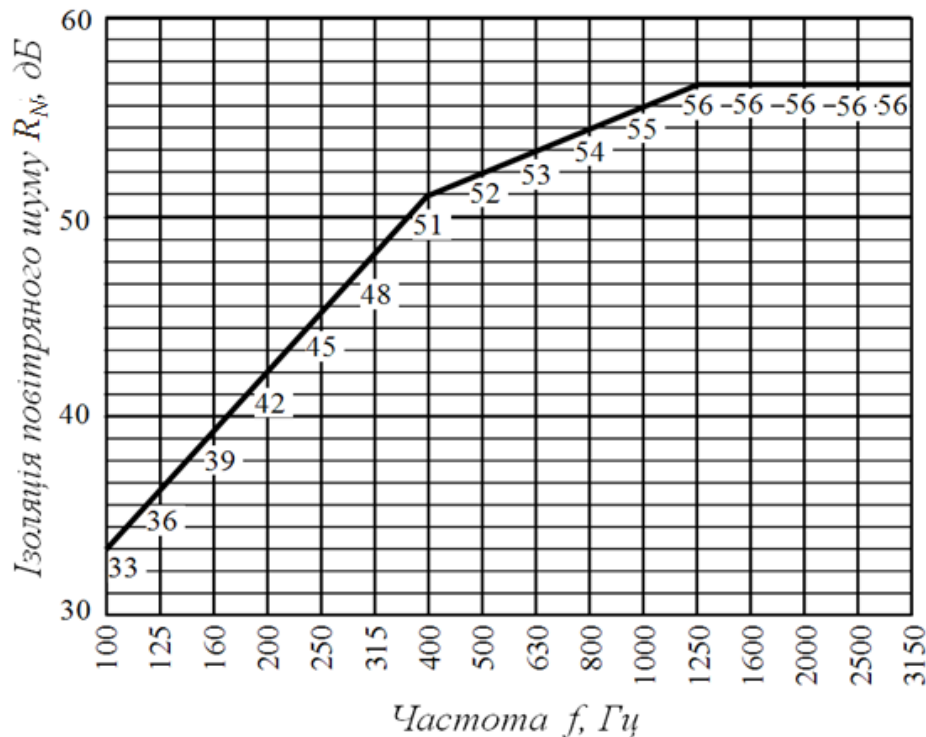
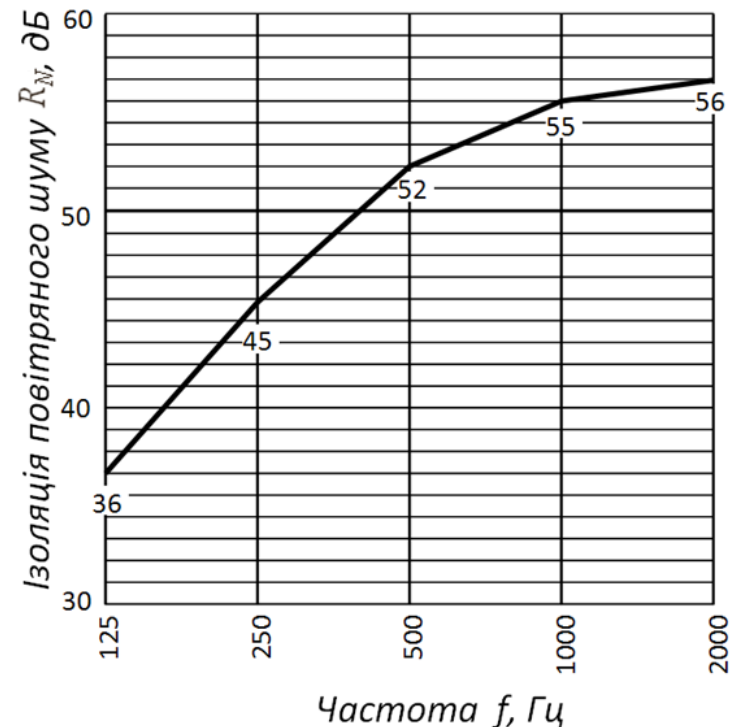
Ч.ч.	Найменування і розташування огорожувальної конструкції	Індекс ізоляції	
		повітряного шуму $R'_{W \text{ норм}}, \text{ дБ}$	ударного шуму $L'_{nW \text{ норм}}, \text{ дБ}$
1	2	3	4
Житлові будинки			
1	Перекриття між приміщеннями квартир	52	55 ¹⁾
2	Перекриття між приміщеннями квартир та використовуваними приміщеннями горищ (без джерел шуму та вібрації)	54	55
3	Перекриття між приміщеннями квартир і розташованими під ними використовуваними підвалами (без джерел шуму та вібрації)	54	60 ²⁾ (48 ³⁾)
4	Перекриття між приміщеннями квартир і розташованими під ними приміщеннями загального користування (коридори, холи, вестибюлі)	52	60 ²⁾ (48 ³⁾)
5	Перекриття між приміщеннями квартир і розташованими під ними непродовольчими магазинами	57 [*])	60 ²⁾ (48 ³⁾)
6	Перекриття між приміщеннями квартир і розташованими під ними продовольчими магазинами	57	60 ²⁾ (38 ³⁾)

Таблиця 5 – Нормативні значення звукоізоляції зовнішніх огорожувальних конструкцій з вікнами та світлопрозорих фасадів

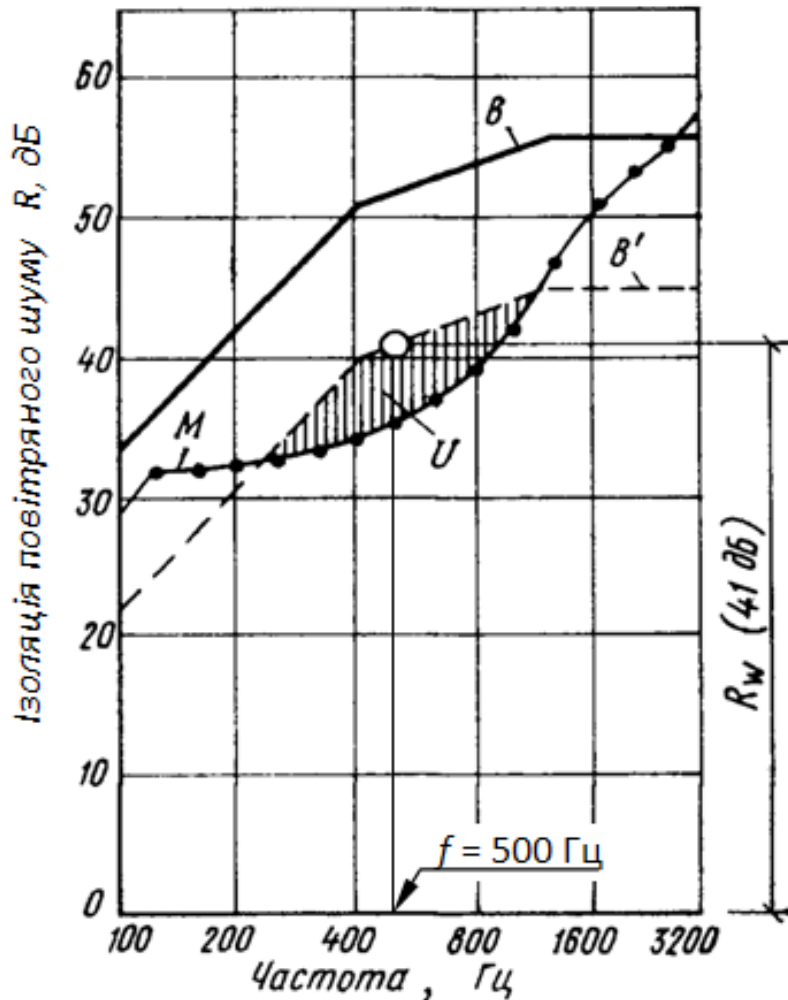
Ч.ч.	Призначення приміщення	Нормативні значення звукоізоляції зовнішніх огорожувальних конструкцій $R'_{A \text{ тран норм}}$, дБА, в залежності від еквівалентного і максимального рівнів звуку біля фасаду будинку $\left(\frac{\text{день}}{\text{ніч}}\right)$						
		Еквівалентний рівень звуку $L_{A \text{ екв}}$, дБА						
		до	55 45	56 – 60 46 – 50	61 – 65 51 – 55	66 – 70 56 – 60	71 – 75 61 – 65	76 – 80 66 – 70
		Максимальний рівень звуку $L_{A \text{ макс}}$, дБА						
до	70 60	71 – 75 61 – 65	76 – 80 66 – 70	81 – 85 71 – 75	86 – 90 76 – 80	91 – 95 81 – 85		
1	2	3	4	5	6	7	8	
1	Палати лікарень і санаторіїв ¹⁾	25	28	33	38	43	48	
2	Кабінети лікарів поліклінік, амбулаторій, диспансерів, лікарень, санаторіїв	25	28	33	38	43	48	
3	Житлові приміщення квартир ¹⁾	25	25	28	33	38	43	
4	Житлові приміщення будинків відпочинку, пансіонатів, будинків-інтернатів для людей похилого віку і інвалідів, спальні приміщення в школах-інтернатах ¹⁾	25	25	28	33	38	43	
5	Спальні приміщення в дитячих дошкільних закладах	25	25	28	33	38	43	
6	Житлові кімнати в будинках гуртожитків ¹⁾	25	25	25	28	33	38	
7	Номери готелів ¹⁾ : – категорії 4 зірки і 5 зірок	25	28	33	38	43	48	

Стандартна оціночна частотна характеристика звукоізоляції

Індекс ізоляції повітряного шуму R_W , дБ, огорожувальною конструкцією з відомою (розрахованою або виміряною) частотною характеристикою ізоляції повітряного шуму R , дБ, визначається шляхом порівняння цієї частотної характеристики зі стандартною оціночною частотною характеристикою звукоізоляції R_N , дБ

Крива R_N у 1/3 октавних смугахКрива R_N у октавних смугах

Стандартна оціночна частотна характеристика звукоізоляції



Несприятливими вважаються відхилення вниз від оціночної характеристики в тій чи іншій смузі частот. Середнє несприятливе відхилення становить $1/16$ суми всіх несприятливих відхилень для розрахунків в $1/3$ октавних смугах і $1/5$ суми всіх несприятливих відхилень для розрахунків в октавних смугах частот

Рис. 7.34. Визначення значення R_w за октавною оціночною кривою

B – оціночна крива; B' – зміщена оціночна крива; M – частотна характеристика ізоляції повітряного шуму огорожувальною конструкцією; U – несприятливі відхилення від кривої B' (середнє відхилення наближається, але не перевищує 2 дБ)

Стандартна оціночна частотна характеристика звукоізоляції

Індекс зведеного рівня ударного шуму $L_{пW}$, дБ, перекриттів з відомою, за результатами вимірювань, частотною характеристикою зведеного рівня ударного шуму $L_{п}$, дБ, визначається шляхом порівняння цієї частотної характеристики зі стандартною оціночною частотною характеристикою звукоізоляції $L_{пN}$, дБ

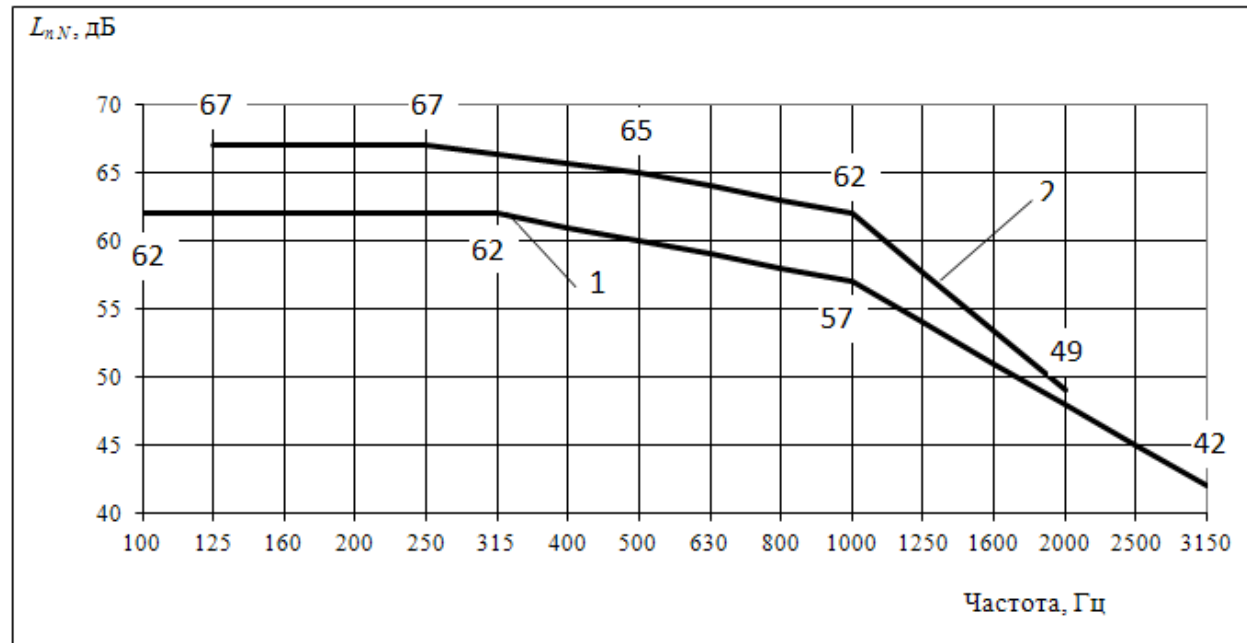
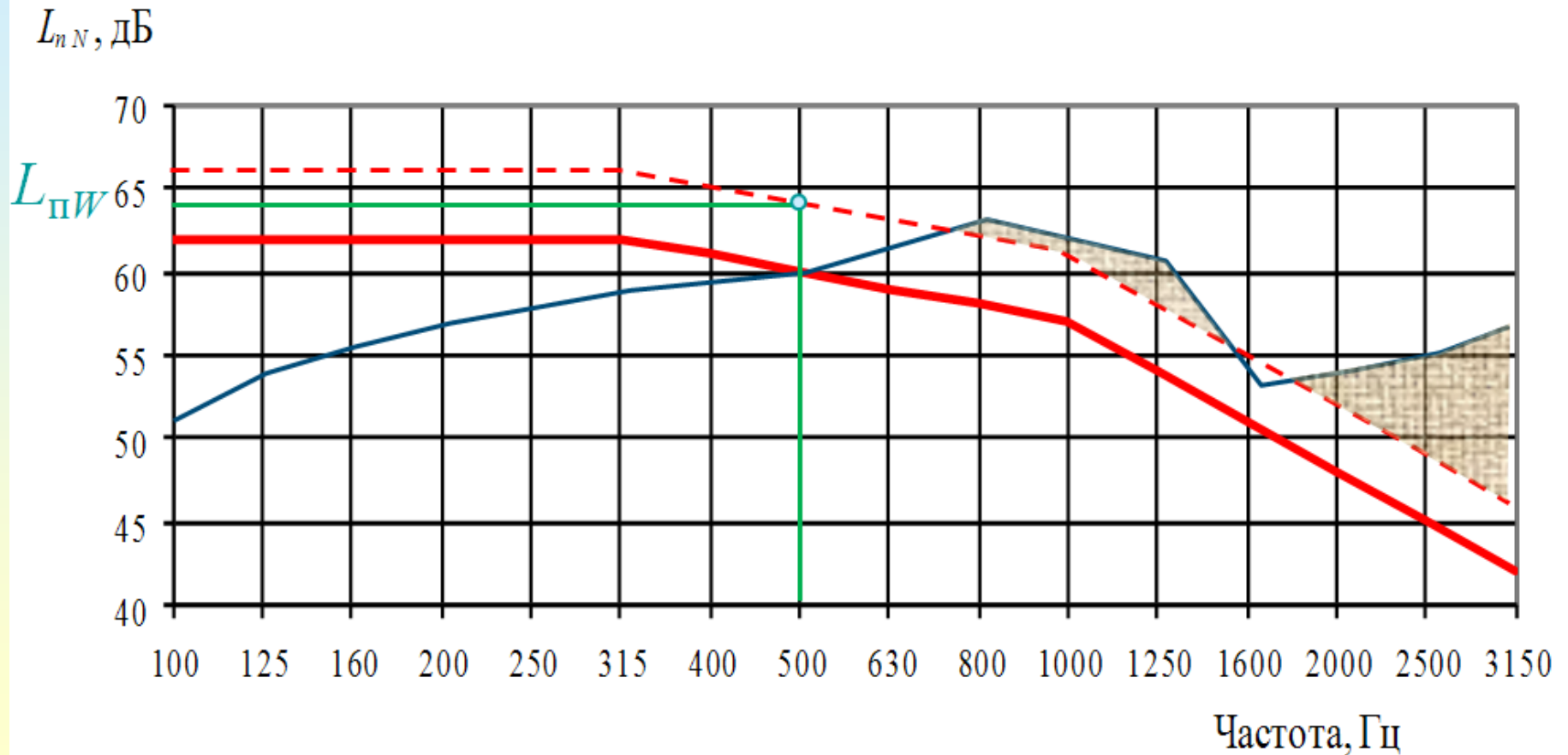


Рисунок Г.2 – Стандартні оціночні частотні характеристики зведеного рівня ударного шуму під перекриттям, дБ:

1 – в 1/3 октавних смугах частот; 2 – в октавних смугах частот

Алгоритм розрахунку

Несприятливими вважаються **відхилення вгору** від оціночної характеристики в тій чи іншій смузі частот. Середнє несприятливе відхилення становить 1/16 суми всіх несприятливих відхилень для розрахунків в 1/3 октавних смугах і 1/5 суми всіх несприятливих відхилень для розрахунків в октавних смугах частот.

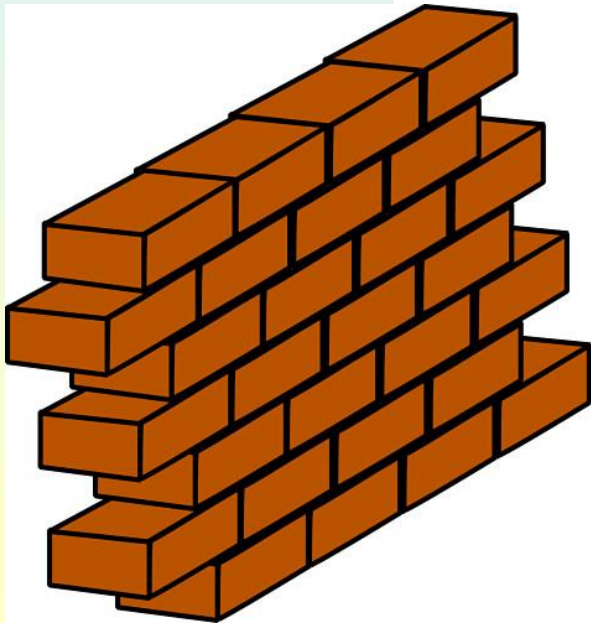


Типи конструкцій, для яких розроблені методи розрахунку

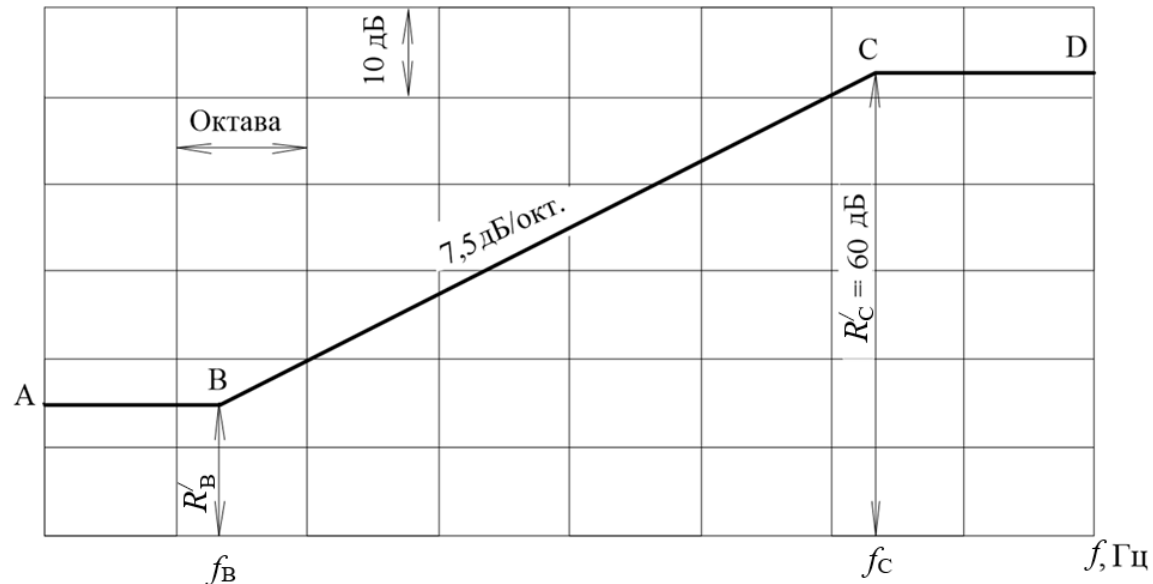
Розрахунок звукоізоляції огорожувальних конструкцій повинен проводитися під час розробки нових конструктивних рішень огорожень, застосуванні нових будівельних матеріалів і виробів. Остаточна оцінка звукоізоляції таких конструкцій повинна надаватися на основі результатів натурних випробувань.

Методи розрахунку R_w розроблені для наступних типів конструкцій:

1. Одношарова плоска огорожувальна конструкція суцільного перерізу з поверхневою густиною від 100 кг/м^2 до 800 кг/м^2 з важкого бетону, залізобетону, цегли і подібних матеріалів.



$R', \text{дБ}$

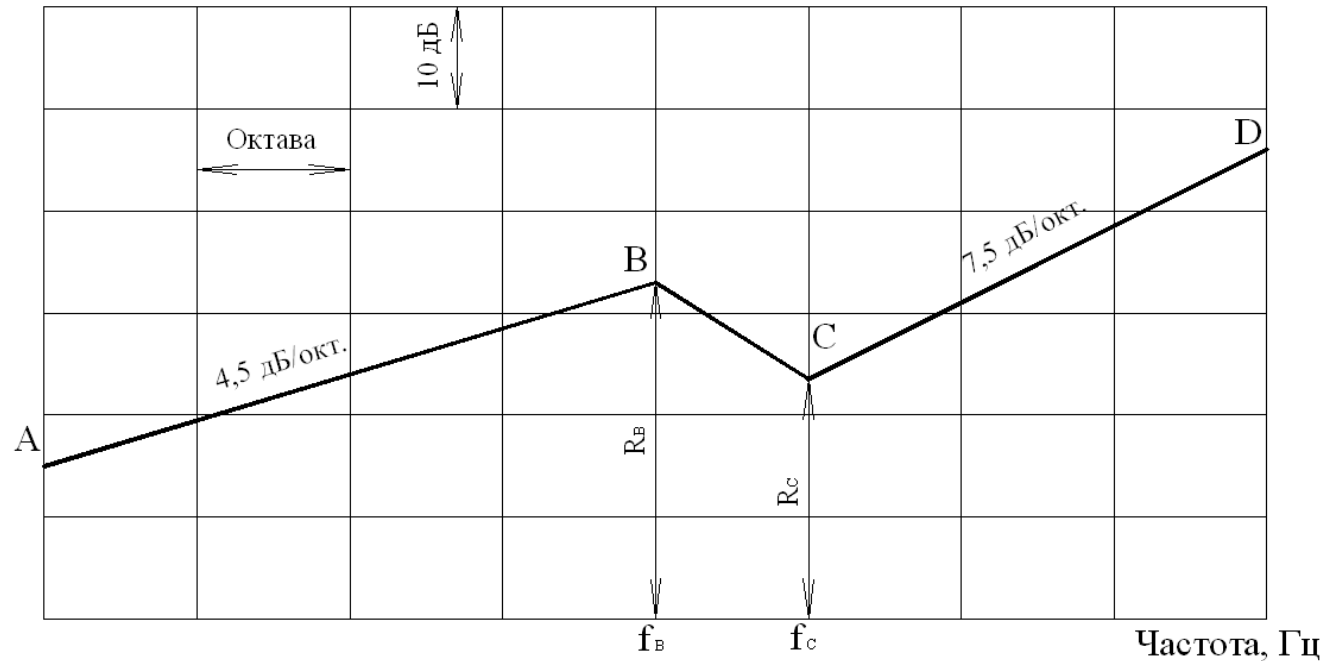


Частотна характеристика ізоляції повітряного шуму акустично однорідною огорожувальною конструкцією

Типи конструкцій, для яких розроблені методи розрахунку

2. Одношарова плоска тонка огорожувальна конструкція із металу, скла, азбестоцементних, гіпсокартонних або гіпсоволокнистих листів і подібних матеріалів.

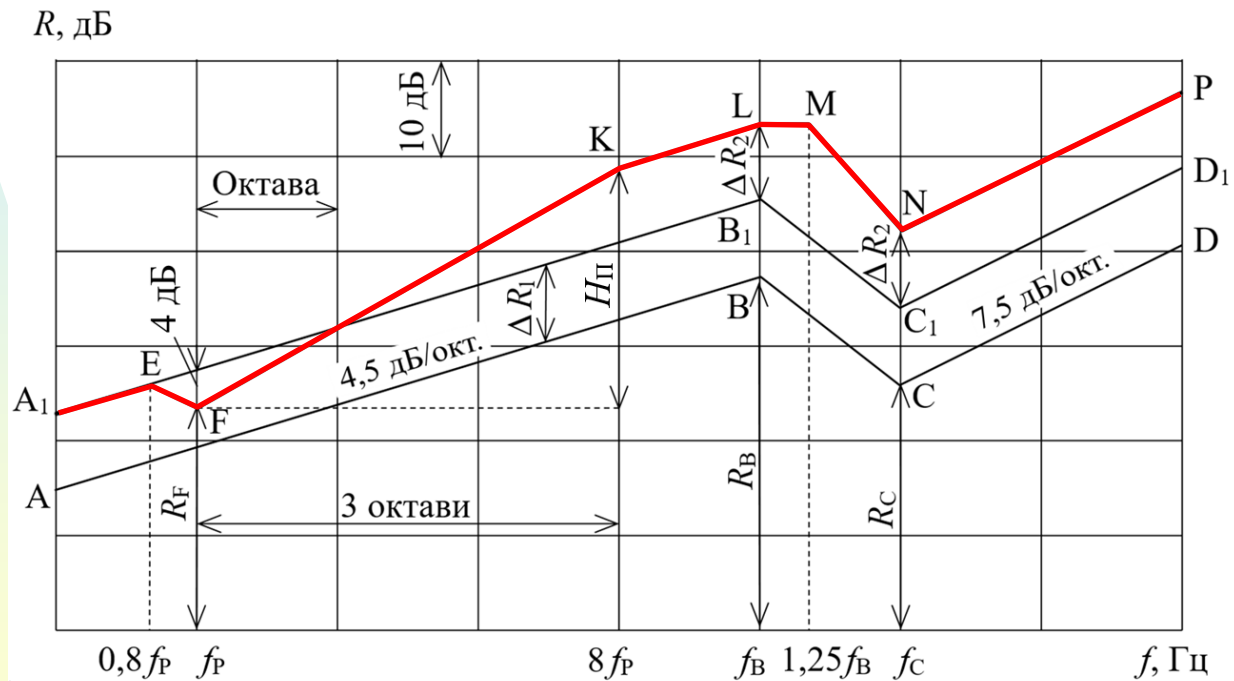
R , дБ



Частотна характеристика ізоляції повітряного шуму одношаровою тонкою огорожувальною конструкцією

Типи конструкцій, для яких розроблені методи розрахунку

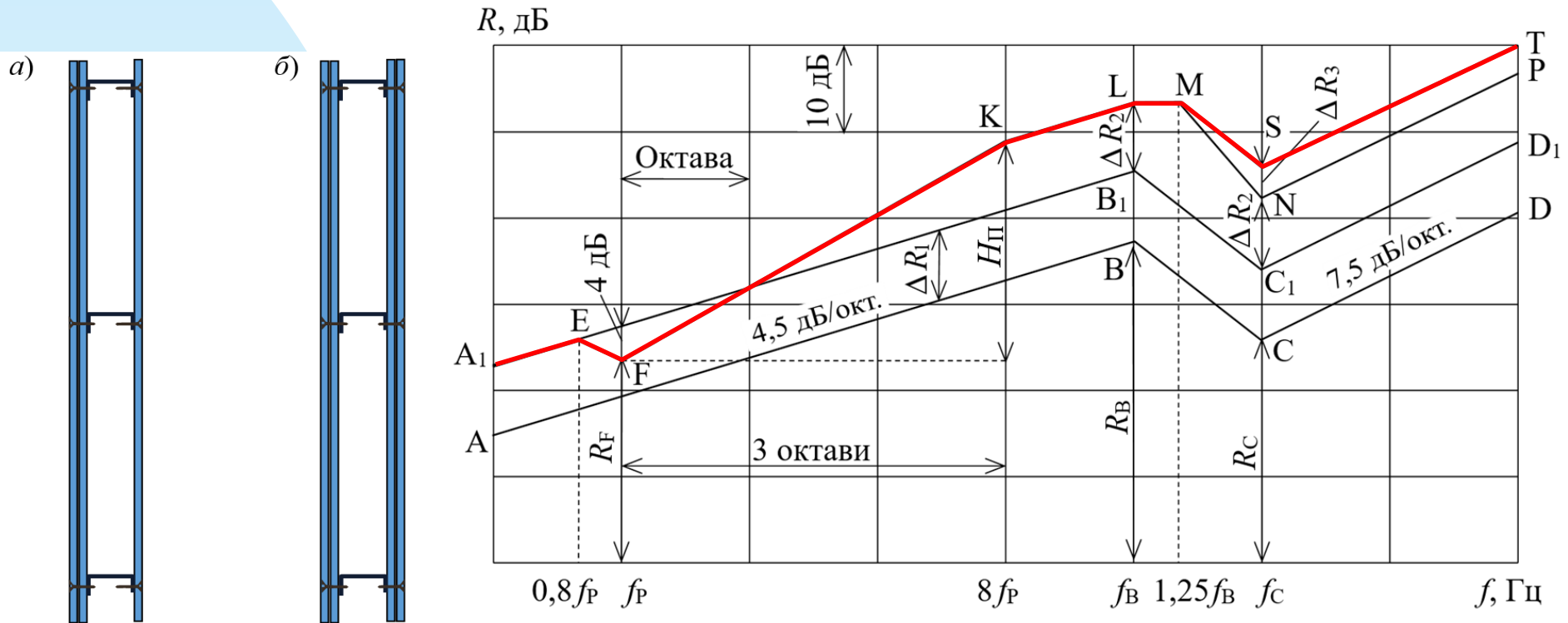
3. Огороджувальна конструкція, яка складається із двох тонких листів з повітряним проміжком між ними (подвійне глухе скління, перегородки із двох обшивок з одинарних гіпсокартонних листів, металу тощо, по каркасу із тонкостінного металевого або азбестоцементного профілю, дерев'яних брусків) при однаковій товщині листів.



Частотна характеристика ізоляції повітряного шуму огорожувальною конструкцією, що складається із двох тонких одинарних обшивок однакової товщини з повітряним проміжком між ними

Типи конструкцій, для яких розроблені методи розрахунку

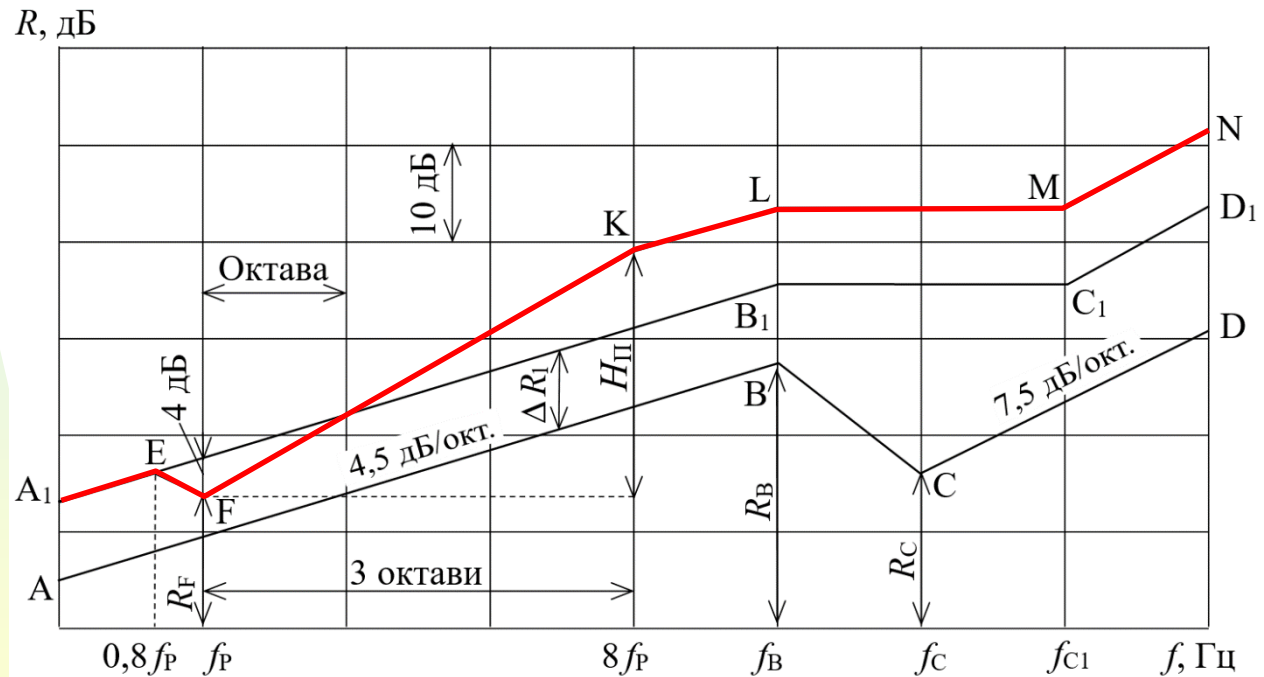
4. Огороджувальна конструкція, у якій одна або обидві обшивки складаються із двох не склеєних між собою тонких листів з повітряним проміжком між обшивками



Частотна характеристика ізоляції повітряного шуму огорожувальною конструкцією, у якій одна або обидві обшивки складаються із двох не склеєних між собою тонких листів однакової товщини з повітряним проміжком між обшивками

Типи конструкцій, для яких розроблені методи розрахунку

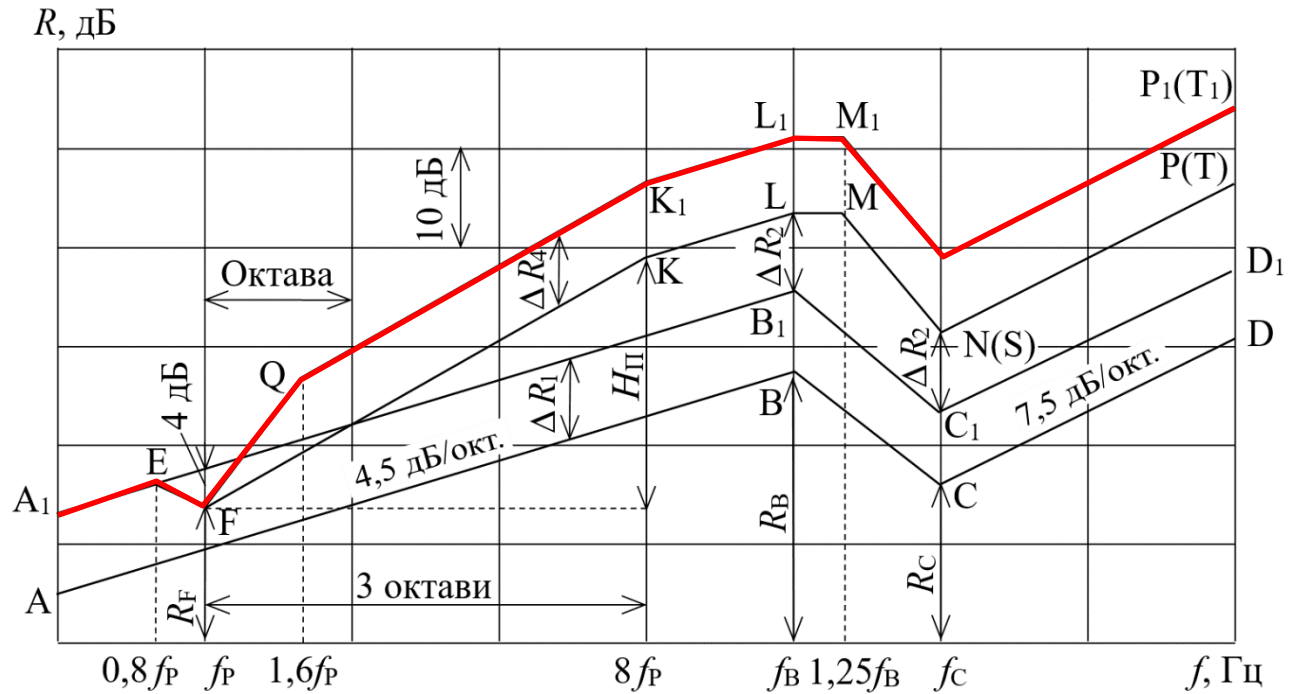
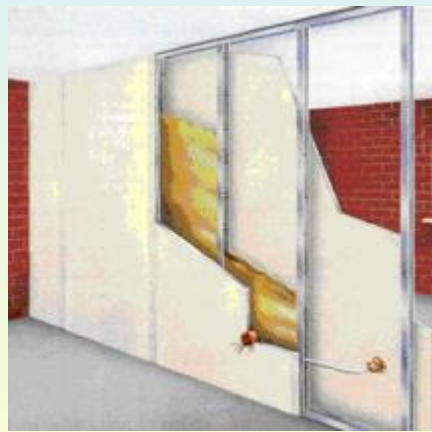
5. Огороджувальна конструкція, яка складається із двох тонких листів з повітряним проміжком між ними (подвійне глухе скління, перегородки із двох обшивок з одинарних гіпсокартонних листів, металу тощо, по каркасу із тонкостінного металевого або азбестоцементного профілю, дерев'яних брусків) при різній товщині листів обшивок (співвідношення товщин не більше 2,5)



Частотна характеристика ізоляції повітряного шуму огорожувальною конструкцією, що складається із двох тонких одинарних обшивок різної товщини з повітряним проміжком між ними

Типи конструкцій, для яких розроблені методи розрахунку

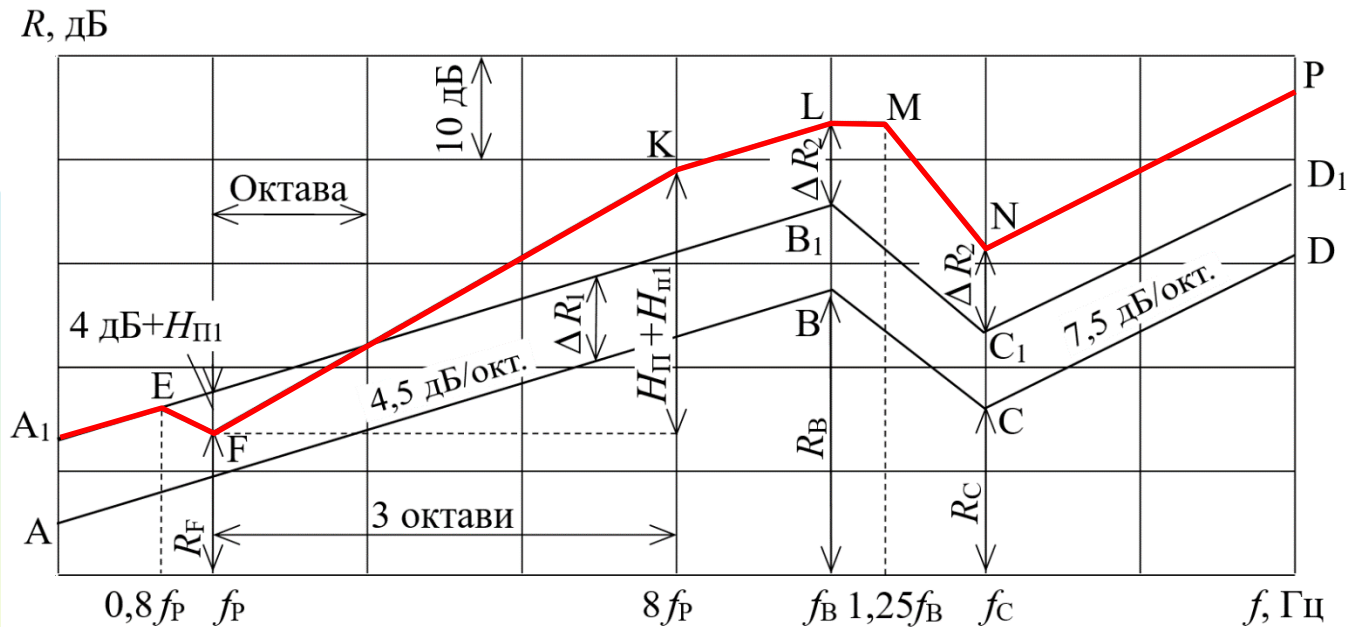
6. Каркасно-обшивна перегородка, виконана з тонких листів при заповненні повітряного проміжку між обшивками пористим або пористо-волокнистим матеріалом



Частотна характеристика ізоляції повітряного шуму каркасно-обшивною перегородкою з заповненням проміжку між обшивками звукопоглинальним матеріалом

Типи конструкцій, для яких розроблені методи розрахунку

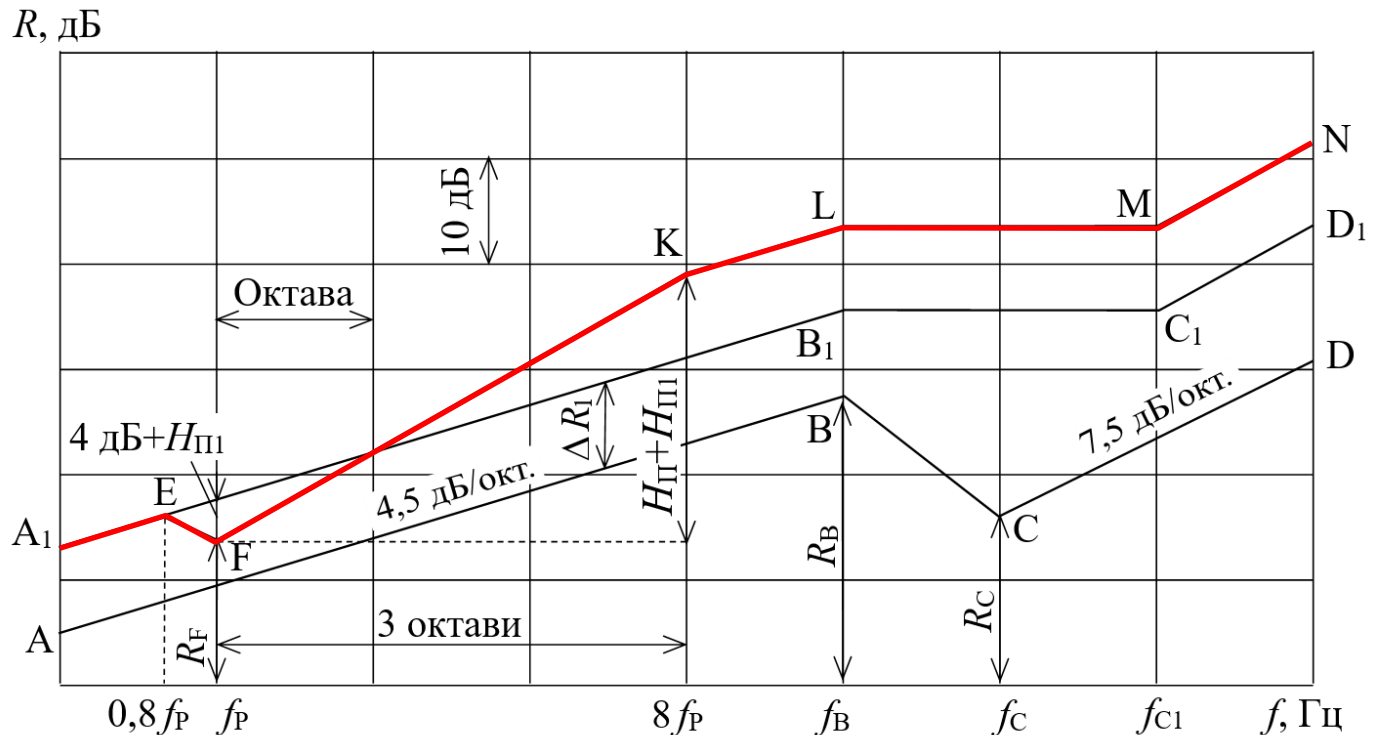
7. Потрійне глухе скління (вікно герметично зачинене або вітраж) при однаковій товщині шарів скла і співвідношенні товщин повітряних проміжків, що не перевищує 0,25



Частотна характеристика ізоляції повітряного шуму потрійним склінням (вікна, вітражі) при однаковій товщині шарів скла

Типи конструкцій, для яких розроблені методи розрахунку

8. Потрійне скління (вікно з потрійним склінням герметично зачинене або вітраж) при різній товщині шарів скла (співвідношення товщин не більше 2,5) і відношенні товщин повітряних проміжків не більше 0,25 (відношення меншої товщини проміжку до більшої)



Частотна характеристика ізоляції повітряного шуму потрійним склінням (вікна, вітражі) при різній товщині шарів скла

Типи конструкцій, для яких розроблені методи розрахунку

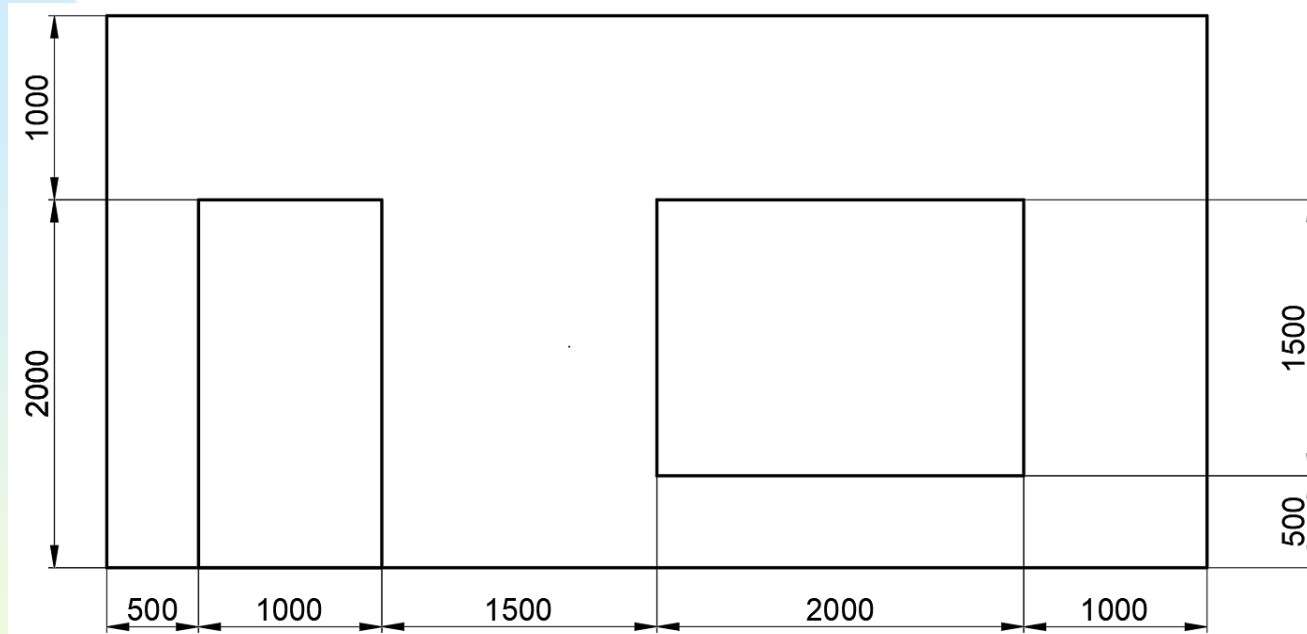
10. Стіна (перегородка) з поверхневою густиною не менше 150 кг/м^2 з додатковими обшивками із листових матеріалів на відстані.

Допускається орієнтовно визначати шляхом додавання до розрахованої величини індекса ізоляції повітряного шуму основної конструкції огороження R_w , дБ, величини ΔR_w , дБ, - додаткового збільшення індексу ізоляції повітряного шуму огороженням, яке приймається за даними таблиці.



Листовий матеріал обшивки, установлений з проміжком 40-60 мм від основної конструкції огороження	ΔR_w , дБ	
	Обшивка установлена з одного боку огороження	Обшивка установлена з обох боків огороження
1 Гіпсокартонні листи, азбестоцементні та деревостружкові плити, фанера товщиною 15-20 мм з заповненням повітряного проміжку звукопоглинальним матеріалом (мінераловатні плити, базальтове та скловолокно тощо)	4	6
2 Те саме, без заповнення проміжку звукопоглинальним матеріалом	2	4
3 Деревоволокнисті плити, фанера товщиною до 15 мм з заповненням проміжку згідно з поз.1 даної таблиці	2	5
4 Те саме, без заповнення проміжку звукопоглинальним матеріалом	0	1

Необхідно визначити відповідність нормам звукоізоляції повітряного шуму стіною між груповими кімнатами у дитячому дошкільному закладі.



Стіна: кладка з керамічної звичайної цегли на цементно-піщаному розчині товщиною 250 мм, оштукатурена з обох боків вапняно-піщаним розчином товщиною 10 мм.

Двері: сталеві з двох листів товщиною 1,5 мм, проміжок між листами 50 мм з заповненням його мінеральною ватою.

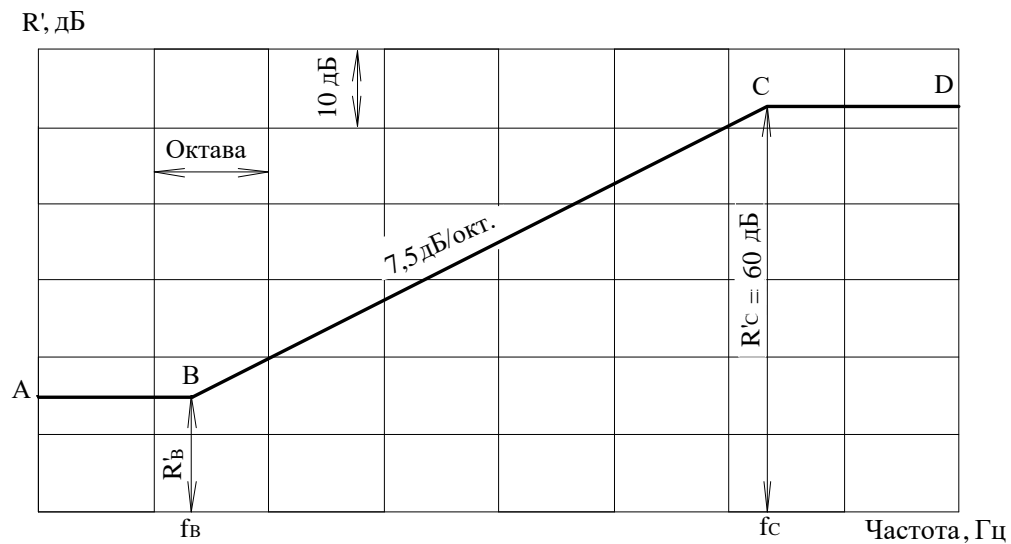
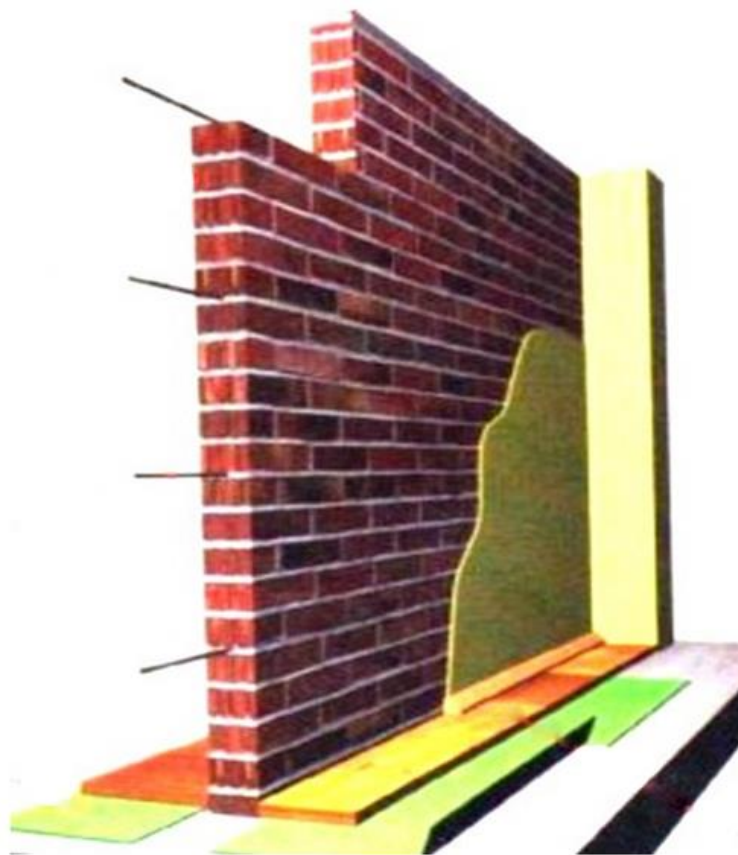
Вікно: металопластикове з однокамерним склопакетом 4-16-6 з звичайного силікатного скла

Таблиця 3 – Нормативні значення індексів ізоляції повітряного і ударного шуму внутрішніх огорожувальних конструкцій

Ч.ч.	Найменування і розташування огорожувальної конструкції	Індекс ізоляції	
		повітряного шуму $R'_{W \text{ норм, дБ}}$	ударного шуму $L'_{nW \text{ норм, дБ}}$
1	2	3	4
Дитячі дошкільні заклади			
106	Перекрыття між груповими кімнатами, спальнями і між іншими дитячими кімнатами	50	60 ¹⁾
107	Перекрыття, що відокремлюють групові кімнати, спальні від кухонь та інших господарських приміщень	52	60 (50 ³⁾)
108	Стіни і перегородки між груповими кімнатами, спальнями і іншими дитячими кімнатами	50	–
109	Стіни і перегородки, що відокремлюють групові кімнати, спальні від кухонь та інших господарських приміщень	52	–

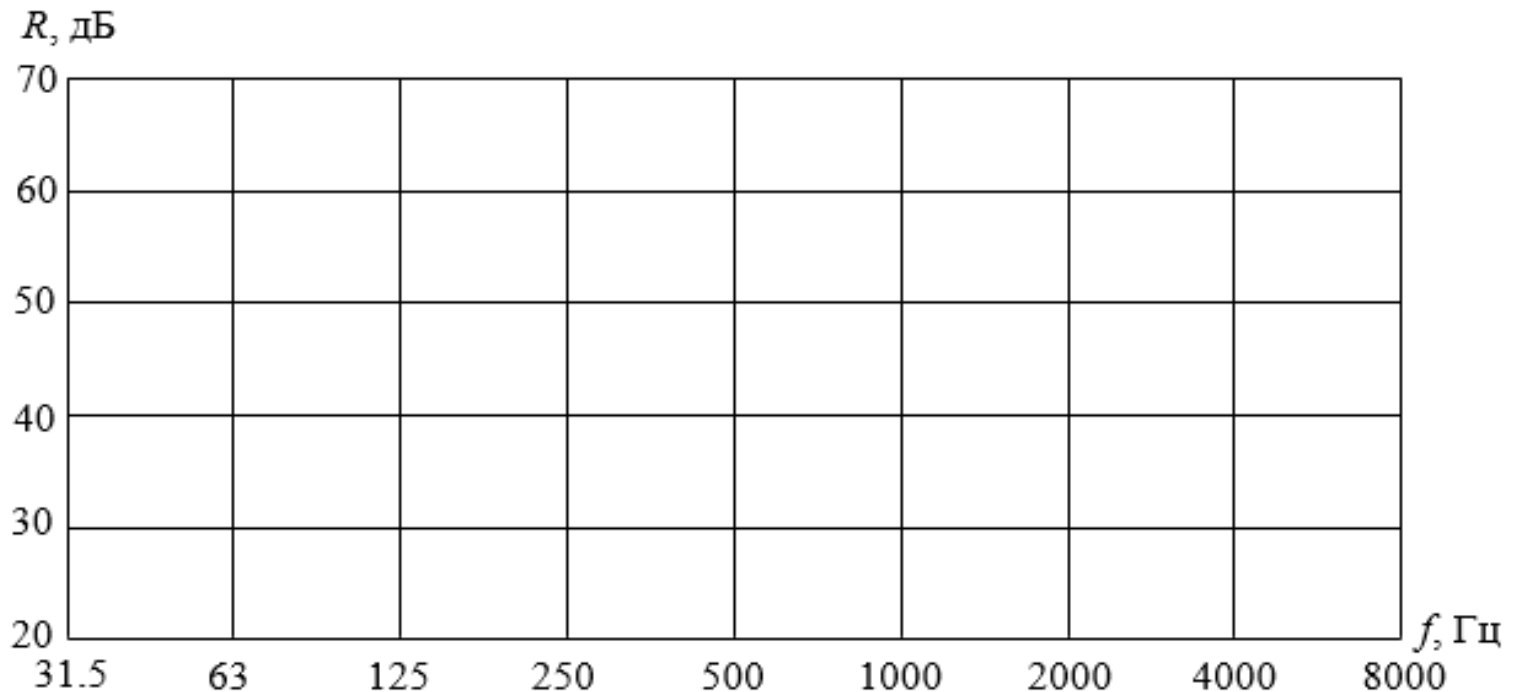
Розрахунок частотної характеристики ізоляції повітряного шуму глухою ділянкою стіни

Стіна являє собою акустично однорідну масивну огорожувальну конструкцію. Її частотна характеристика ізоляції повітряного шуму визначається відповідно до 5.1 ДСТУ-Н Б В.1.1-34



Розрахунок частотної характеристики ізоляції повітряного шуму глухою ділянкою стіни

1) назначають прямокутну систему координат. По осі абсцис f , у логарифмічному масштабі відкладають середньгеометричні частоти третиннооктавних смуг від 25 до 10000 Гц; по осі ординат R' , будуть відкладатися значення звукоізоляції у дБ.



Розрахунок частотної характеристики ізоляції повітряного шуму глухою ділянкою стіни

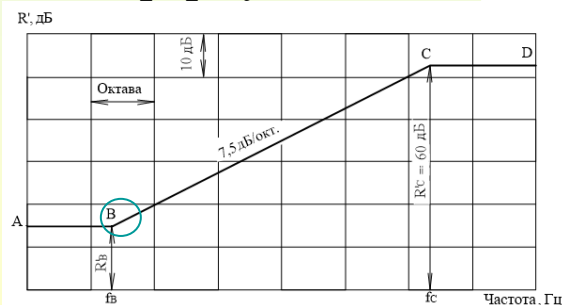
2) визначають частоту f_B , Гц (абсцису точки В) за формулами:

$$\begin{aligned}
 f_B &= 164 - 120 \lg h_{\Pi} && \text{при } \rho \geq 1800 \text{ кг/м}^3, \\
 f_B &= 164 - 0.05 \cdot (1800 - \rho) - 120 \lg h_{\Pi} && \text{при } 1200 < \rho < 1800 \text{ кг/м}^3 \\
 f_B &= 134 - 120 \lg h_{\Pi} && \text{при } \rho \leq 1200 \text{ кг/м}^3,
 \end{aligned} \tag{17}$$

де h_{Π} – товщина огорожувальної конструкції, м; ρ – густина матеріалу конструкції, кг/м³

Якщо огорожувальна конструкція однорідна, але складена з шарів різних матеріалів, то в якості ρ приймається $\rho_{\text{сер}}$, що визначається за формулою:

$$\rho_{\text{сер}} = \frac{\sum_{i=1}^n \rho_i \cdot h_i}{h_{\Pi}},$$



де ρ_i – густина матеріалу i -го шару, кг/м³; h_i – товщина i -го шару, м; n – кількість шарів;

Розрахунок частотної характеристики ізоляції повітряного шуму глухою ділянкою стіни

2) Визначаємо середню густину конструкції $\rho_{\text{сер}}$, кг/м³. Кладка з керамічної звичайної цегли на цементно-піщаному розчині має густину $\rho_0 = 1800$ кг/м³, штукатурка вапняно-піщаним розчином – $\rho_0 = 1600$ кг/м³. Тому, за формулою

$$\rho_{\text{сер}} = (1800 \cdot 0.25 + 1600 \cdot 0.01 \cdot 2) / 0.27 = 1785 \text{ кг/м}^3.$$

2. За формулою (17) визначаємо частоту f_B (абсцису точки В):

$$f_B = 164 - 0.05 \cdot (1800 - 1785) - 120 \cdot \lg 0.27 = 231 \text{ Гц.}$$

3) Заокруглюємо отриману частоту до величини середньгеометричної частоти третиннооктавної смуги:

$$f_B = 250 \text{ Гц.}$$

Розрахунок частотної характеристики ізоляції повітряного шуму глухою ділянкою стіни

3) Заокруглюємо отриману частоту до величини середньгеометричної частоти третиннооктавної смуги:

$$f_B = 250 \text{ Гц.}$$

231 Гц

Середньгеометричні і граничні частоти октавних і третиннооктавних смуг

Граничні частоти смуг, Гц		Середньгеометричні частоти смуг, Гц	
октавних	третиннооктавних	октавних	Третиннооктавних
22.4 – 45	22.4 – 28	31.5	25
	28 – 35.5		31.5
	35.5 – 45		40
45 – 90	45 – 56	63	50
	56 – 71		63
	71 – 90		80
90 – 180	90 – 112	125	100
	112 – 140		125
	140 – 180		160
180 – 355	180 – 224	250	200
	224 – 280		250
	280 – 355		315
355 – 710	355 – 450	500	400
	450 – 560		500
	560 – 710		630
710 – 1400	710 – 900	1000	800
	900 – 1120		1000
	1120 – 1400		1250
1400 – 2800	1400 – 1800	2000	1600
	1800 – 2240		2000
	2240 – 2800		2500
2800 – 5600	2800 – 3540	4000	3150
	3540 – 4500		4000
	4500 – 5600		5000
5600 – 11200	5600 – 7100	8000	6300
	7100 – 9000		8000
	9000 – 11200		10000

Розрахунок частотної характеристики ізоляції повітряного шуму глухою ділянкою стіни

4) ординату точки В (величину звукоізоляції R'_B , дБ) визначають в залежності від поверхневої густини огорожувальної конструкції за формулою:

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

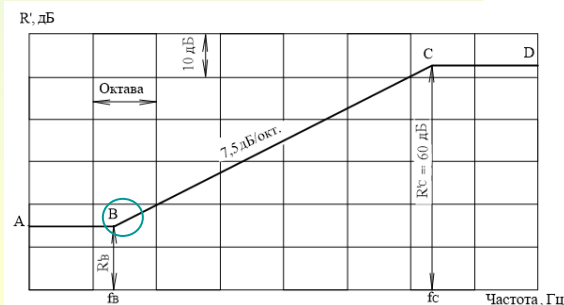
де m – поверхнева густина огорожувальної конструкції, кг/м².

Визначену величину R'_B заокруглюють до 0.5 дБ;

$$R'_B = 21 \cdot \lg(1800 \cdot 0.25 + 1600 \cdot 0.01 \cdot 2) - 14 = 42.5 \text{ Гц.}$$

Цегляна
кладка

Штукатурка з
обох боків



Розрахунок частотної характеристики ізоляції повітряного шуму глухою ділянкою стіни

5) із точки В вліво проводять горизонтальний відрізок ВА, а вправо від точки В проводять відрізок ВС з нахилом 7.5 дБ на кожную октаву. Точку С отримують у місці перетину відрізка ВС з ординатою $R'_C = 60$ дБ. Із точки С вправо проводять горизонтальний відрізок CD.

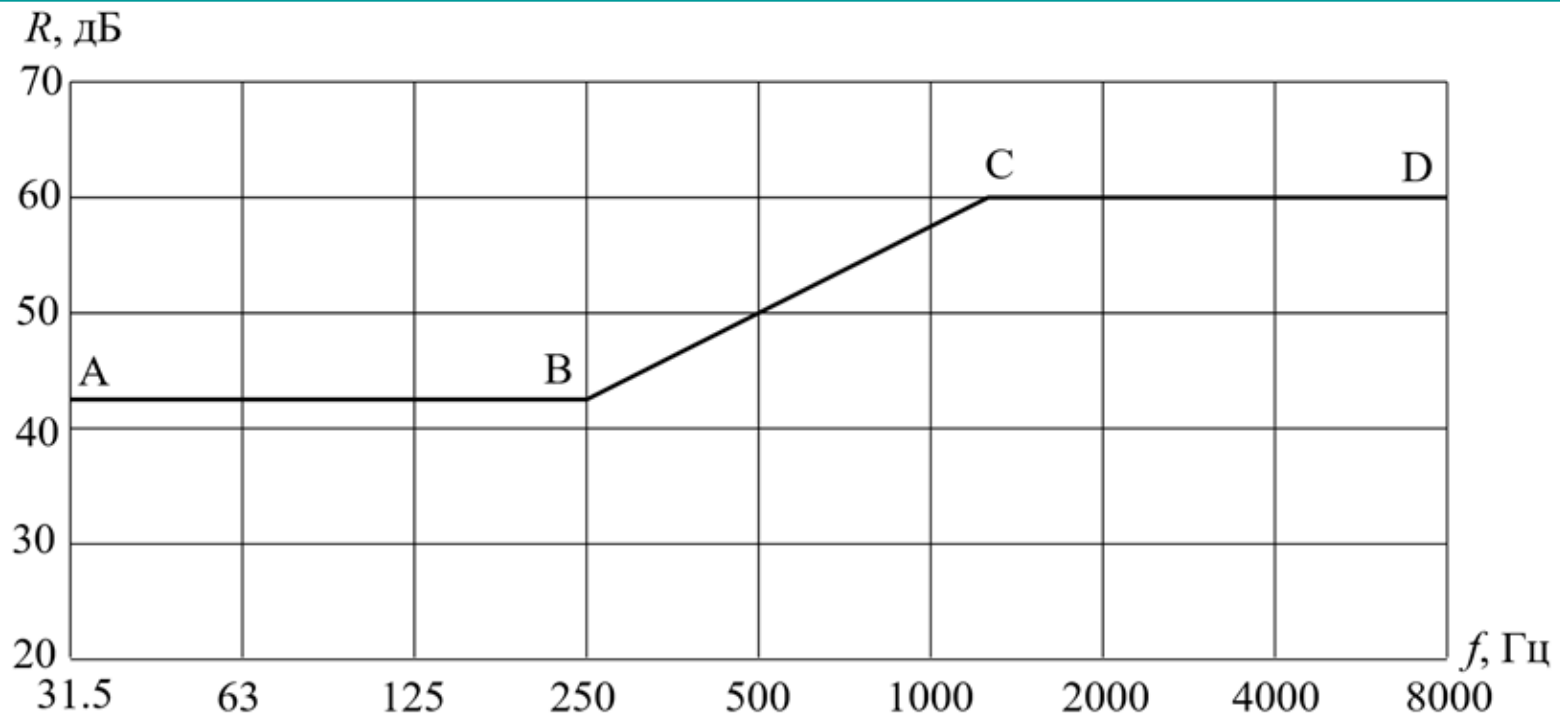
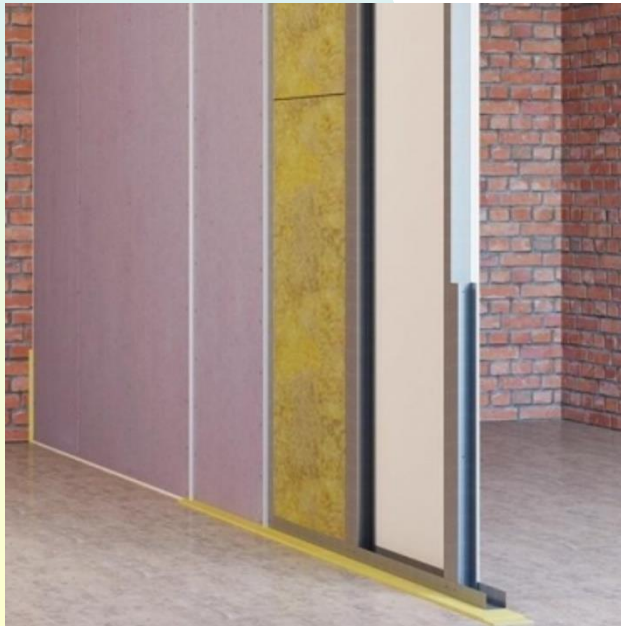


Рис. 30 – Частотна характеристика ізоляції повітряного шуму глухою ділянкою стіни

Розрахунок частотної характеристики ізоляції повітряного шуму дверима

Дана конструкція відноситься до багат шарових конструкцій, що складаються з двох тонких обшивок з заповненням проміжку між обшивками звукопоглинальним матеріалом при однаковій товщині обшивок. Її частотна характеристика ізоляції повітряного шуму визначається відповідно до 5.3.4 ДСТУ-Н Б В.1.1-34



R , дБ

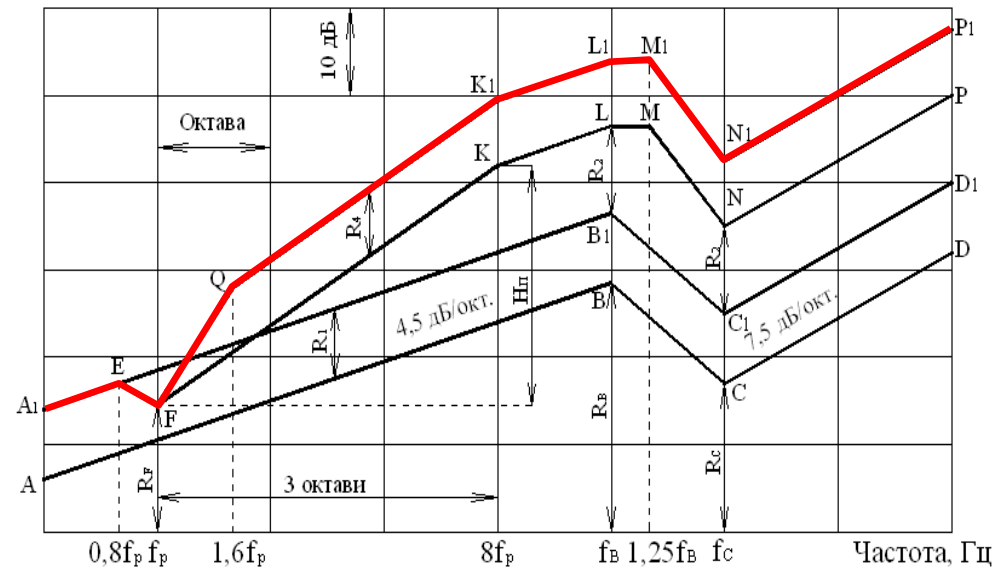


Рисунок Д.5 – Частотна характеристика ізоляції повітряного шуму

каркасно-обшивною перегородкою з заповненням проміжку між обшивками

Розрахунок частотної характеристики ізоляції повітряного шуму дверима

1. Будуємо частотну характеристику ізоляції повітряного шуму сталевим листом, згідно методики 5.2. Для цього за табл. 5 визначаємо густину сталі ρ , кг/м³ і координати точок В (f_B, R_B) і С (f_C, R_C):

$$\rho = 7800 \text{ кг/м}^3$$

$$f_B = 6000/1.5 = 4000 \text{ Гц}, R_B = 40 \text{ дБ};$$

$$f_C = 12000/1.5 = 8000 \text{ Гц}, R_C = 32 \text{ дБ}.$$

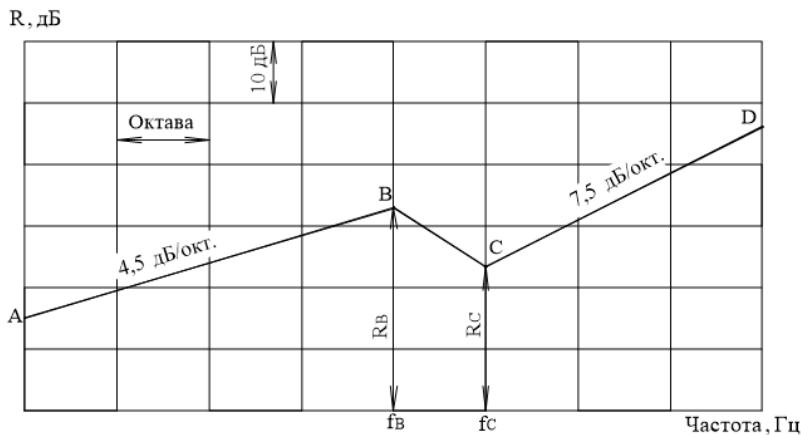


Рисунок 2 — Частотна характеристика ізоляції повітряного шуму одношаровою тонкою огорожувальною конструкцією

Табл. 5— Визначення координат точок В і С

№ ч.ч	Матеріал	Густина ρ , кг/м ³	f_B , Гц	f_C , Гц	R_B , дБ	R_C , дБ
1	Сталь	7800	6000/h	12000/h	40	32
2	Алюмінієві сплави	2500-2700	6000/h	12000/h	32	22
3	Скло силікатне	2500	6000/h	12000/h	35	29
4	Скло органічне	1200	17000/h	34000/h	37	30
5	Азбоцементні плити	2100	9000/h	18000/h	35	29
		1800	9000/h	18000/h	34	28
		1600	10000/h	20000/h	34	28
6	Гіпсокартонні листи	1100	19000/h	38000/h	36	30
		850	19000/h	38000/h	34	28
7	Деревостружкові плити	850	13000/h	26000/h	32	27
		650	13500/h	27000/h	30	26
8	Тверді деревоволокнисті плити	1100	19000/h	38000/h	35	29

Примітка. h — товщина одношарової тонкої конструкції у міліметрах

Розрахунок частотної характеристики ізоляції повітряного шуму дверима

 $B(4000,40); C(8000,32)$

AB – 4.5дБ/октаву.

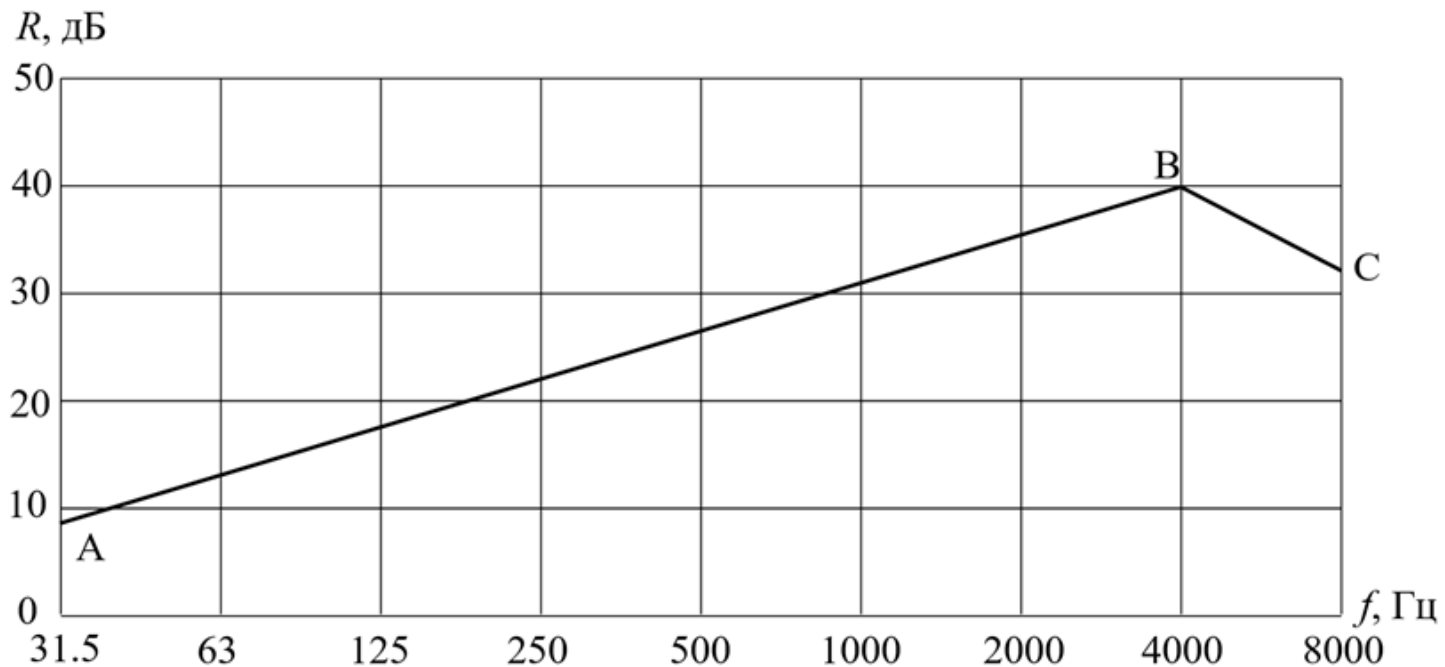


Рис. 31 – Частотна характеристика ізоляції повітряного шуму одним сталевим листом обшивки дверей

Розрахунок частотної характеристики ізоляції повітряного шуму дверима

2. Будуємо частотну характеристику ізоляції повітряного шуму дверями з незаповненим проміжком між обшивками звукоізоляційним матеріалом згідно методики 2.5.5. Для цього визначаємо

- поверхневу густину обшивок та заповнення:

$$m_1 = m_2 = 7800 \cdot 0.0015 = 11.7 \text{ кг/м}^2,$$

$$m_{\text{зап}} = 40 \cdot 0.05 = 2 \text{ кг/м}^2;$$

- поправку ΔR_1 за табл. 6, при цьому до сумарної поверхневої густини $m_{\text{сум}}$ додаємо поверхневу густину заповнювача:

$$m_{\text{сум}}/m_1 = (11.7 + 11.7 + 2)/11.7 = 2.17,$$

$$\Delta R_1 = 4.9 \text{ дБ};$$

Табл. 6 – Величина поправки ΔR_1

$m_{\text{сум}}/m_1$	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	2.0	2.2	2.3	2.5	2.7	2.9	3.1	3.4	3.7	4.0	4.3	4.6	5.0
ΔR_1 , дБ	2.0	2.2	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5

Примітка. $m_{\text{сум}}$ – сумарна поверхнева густина обшивок каркасних перегородок (без урахування каркасу) або шарів скління, кг/м²; m_1 – поверхнева густина одного листа обшивки (або одного скла), кг/м².

Розрахунок частотної характеристики ізоляції повітряного шуму дверима

- Будуємо допоміжну ламану лінію $A_1B_1C_1D_1$ шляхом додавання до ординат лінії $ABCD$ поправки ΔR_1 , дБ, на збільшення поверхневої густини огороження в цілому.

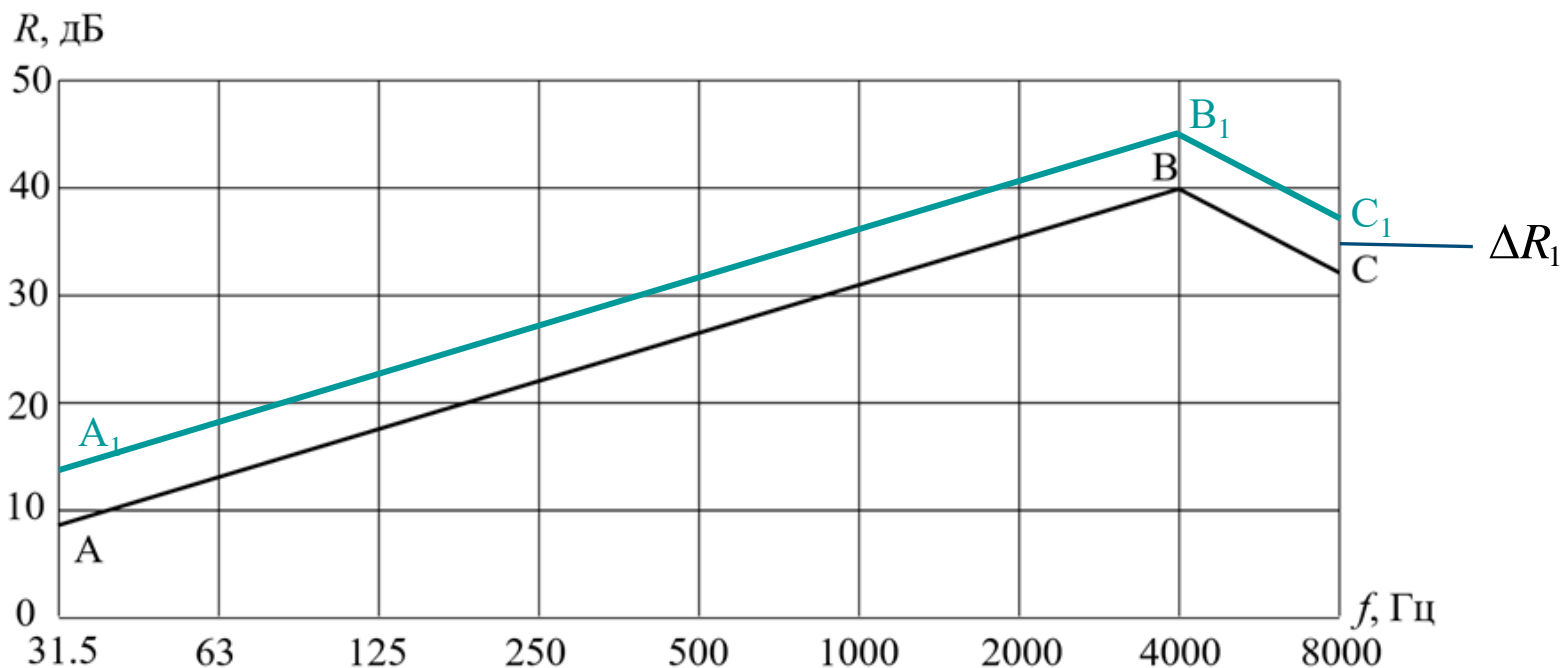


Рис. 31 – Частотна характеристика ізоляції повітряного шуму одним сталним листом обшивки дверей

Розрахунок частотної характеристики ізоляції повітряного шуму дверима

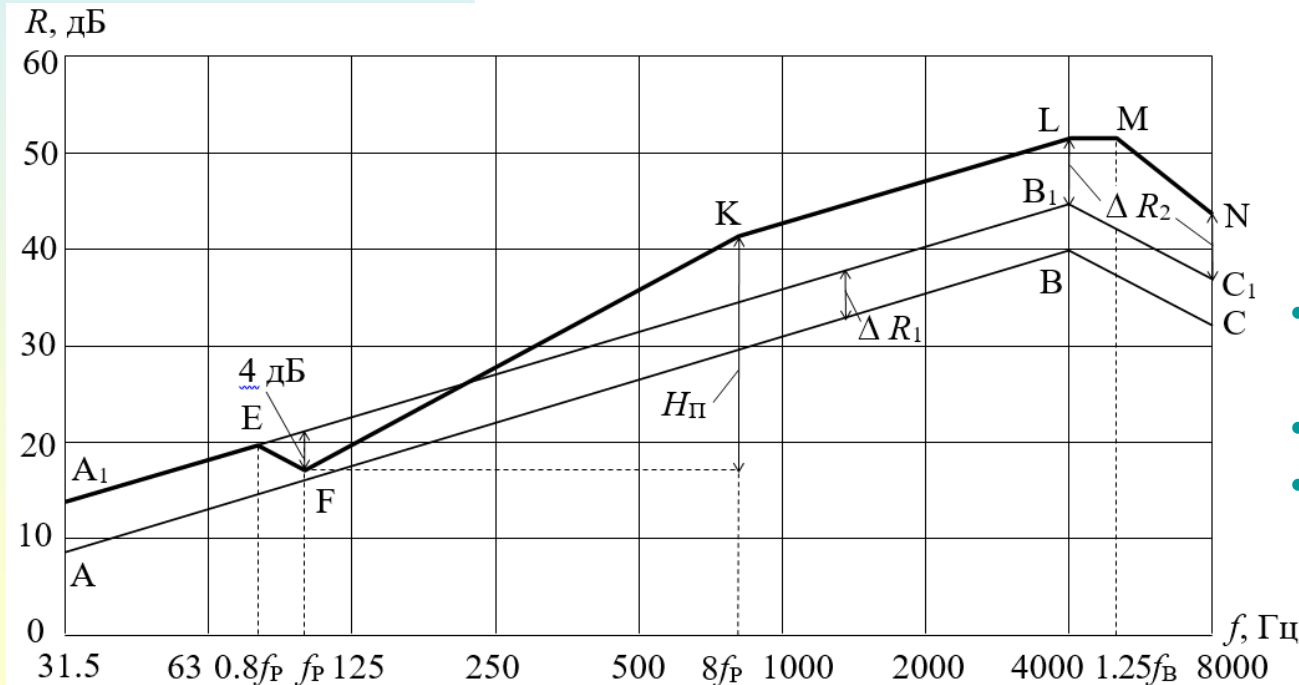
- Визначаємо частоту резонансу f_p , Гц, за формулою

$$f_p = 60 \sqrt{\frac{m_1 + m_2}{d_{\Pi} m_1 m_2}} = 60 \sqrt{\frac{11.7 + 11.7}{0.05 \cdot 11.7 \cdot 11.7}} = 110.94 \text{ Гц, заокруглюємо до } 1/3 \text{ октави: } f_p = 100 \text{ Гц.}$$

- До частоти $0.8 f_p$ залишаємо допоміжну лінію – відрізок A_1E . Ордината точки F на 4дБ нижче.
- На частоті $8 f_p$ отримаємо точку K з ординатою $R_K = R_F + H_{\Pi}$

Табл. 7 – Величина поправки H_{Π}

Ширина повітряного проміжку d_{Π} , мм	Величина H_{Π} , дБ
15-25	22
50	24
75	25
100	26
150	27
200	28



- Відрізок KL – паралельний A_1B_1 .
- LM – горизонтальний
- $NC_1 = LB_1$

Розрахунок частотної характеристики ізоляції повітряного шуму дверима

3. Будуємо частотну характеристику ізоляції повітряного шуму дверями з заповненим проміжком між обшивками мінеральною ватою згідно методики 2.5.5. Для цього за табл. 8 визначаємо поправку $\Delta R_4 = 5$ дБ і на частоті $1.6 f_p$ знаходимо точку Q з ординатою вищою на величину ΔR_4 від точки, яка лежить на відрізку FK, і з'єднуємо її з точкою F. Зліва від точки Q частотна характеристика буде паралельною частотній характеристиці звукоізоляції конструкції з незаповненим повітряним проміжком.

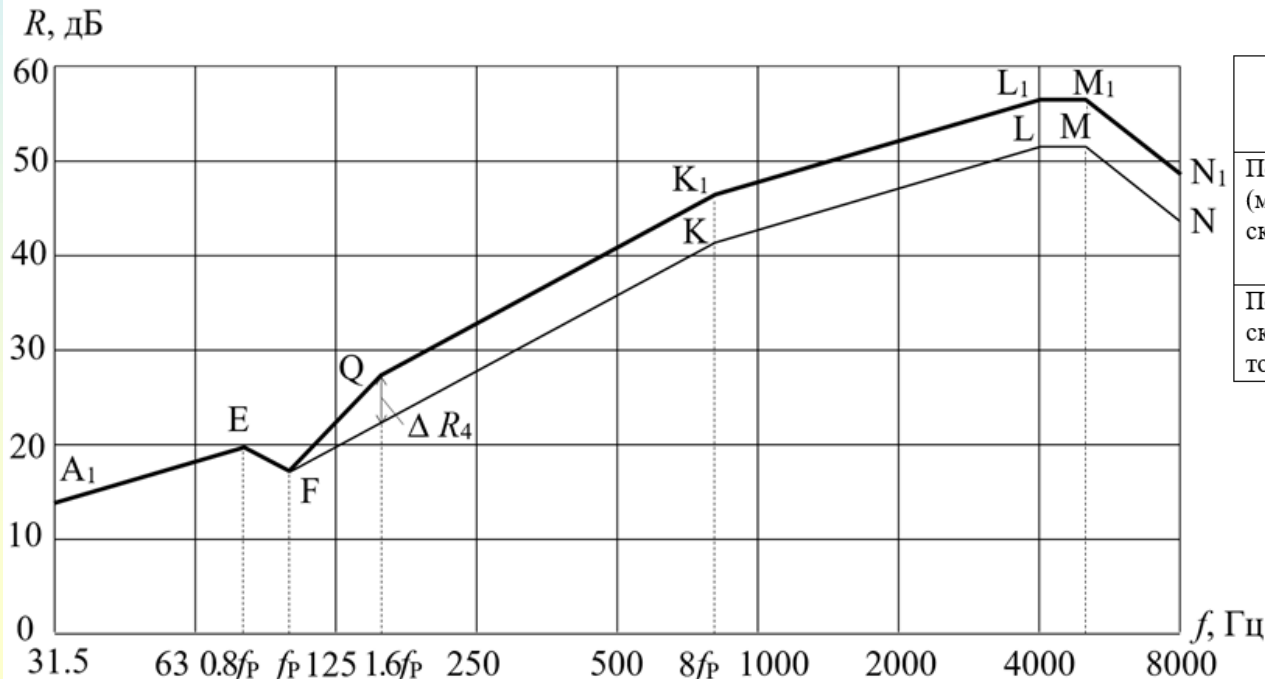


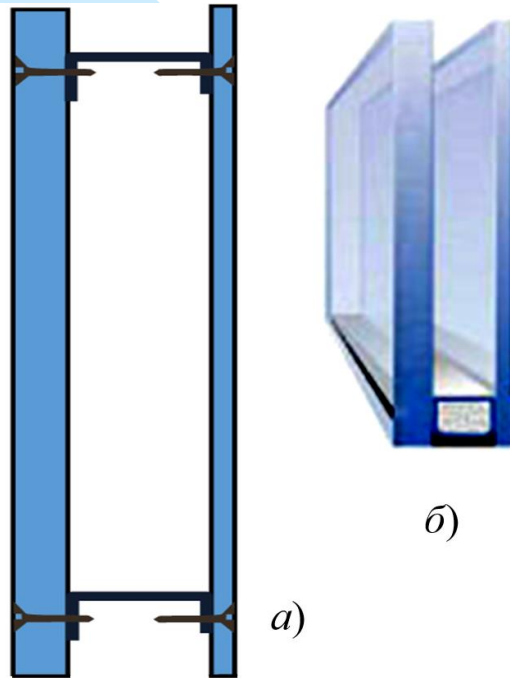
Табл. 8

Матеріал заповнювача	Заповнення проміжку між обшивками, %	ΔR_4 , дБ
Пористо-волокнистий (мінеральна вата, скловолокно)	20 %	2
	30 %	3
	40 %	4
	50 % – 100 %	5
Пористий з жорстким скелетом (пінополістирол тощо)	100 %	2

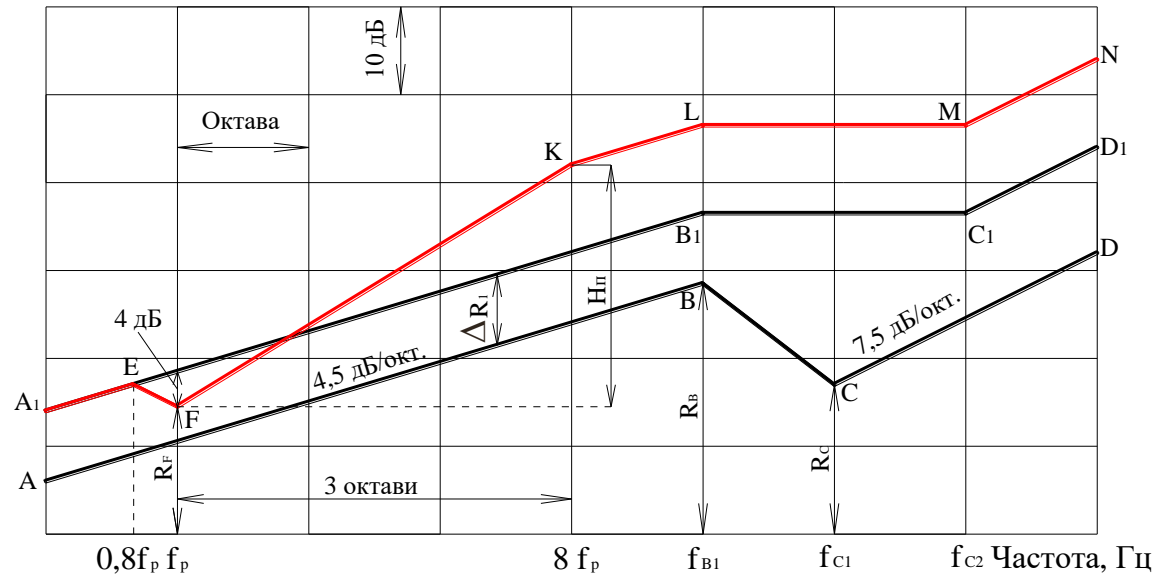
Рис. 33 – Частотна характеристика ізоляції повітряного шуму дверями

Розрахунок частотної характеристики ізоляції повітряного шуму вікном

Дана конструкція відноситься до багатошарових конструкцій, що складаються із двох тонких одинарних листів обшивок з повітряним проміжком між ними при різній товщині обшивок. Її частотна характеристика ізоляції повітряного шуму будується відповідно до до 5.3.3 ДСТУ-Н Б В.1.1-34



R , дБ



Розрахунок частотної характеристики ізоляції повітряного шуму вікном

1. За табл. 5 визначаємо густину скла ρ , кг/м³ і координати точок В (f_B, R_B) і С (f_C, R_C) для скла товщиною $h_1 = 6$ мм: (БІЛЬШ ТОВСТЕ СКЛО)

$$\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$$

$$f_B = 6000/6 = 1000 \text{ Гц}, R_B = 35 \text{ дБ};$$

$$f_C = 12000/6 = 2000 \text{ Гц}, R_C = 29 \text{ дБ}.$$

Табл. 5– Визначення координат точок В і С

№ ч.ч	Матеріал	Густина ρ , кг/м ³	f_B , Гц	f_C , Гц	R_B , дБ	R_C , дБ
1	Сталь	7800	6000/h	12000/h	40	32
2	Алюмінієві сплави	2500-2700	6000/h	12000/h	32	22
3	Скло силікатне	2500	6000/h	12000/h	35	29
4	Скло органічне	1200	17000/h	34000/h	37	30
5	Азбоцементні плити	2100	9000/h	18000/h	35	29
		1800	9000/h	18000/h	34	28
		1600	10000/h	20000/h	34	28
6	Гіпсокартонні листи	1100	19000/h	38000/h	36	30
		850	19000/h	38000/h	34	28
7	Деревостружкові плити	850	13000/h	26000/h	32	27
		650	13500/h	27000/h	30	26
8	Тверді деревоволокнисті плити	1100	19000/h	38000/h	35	29

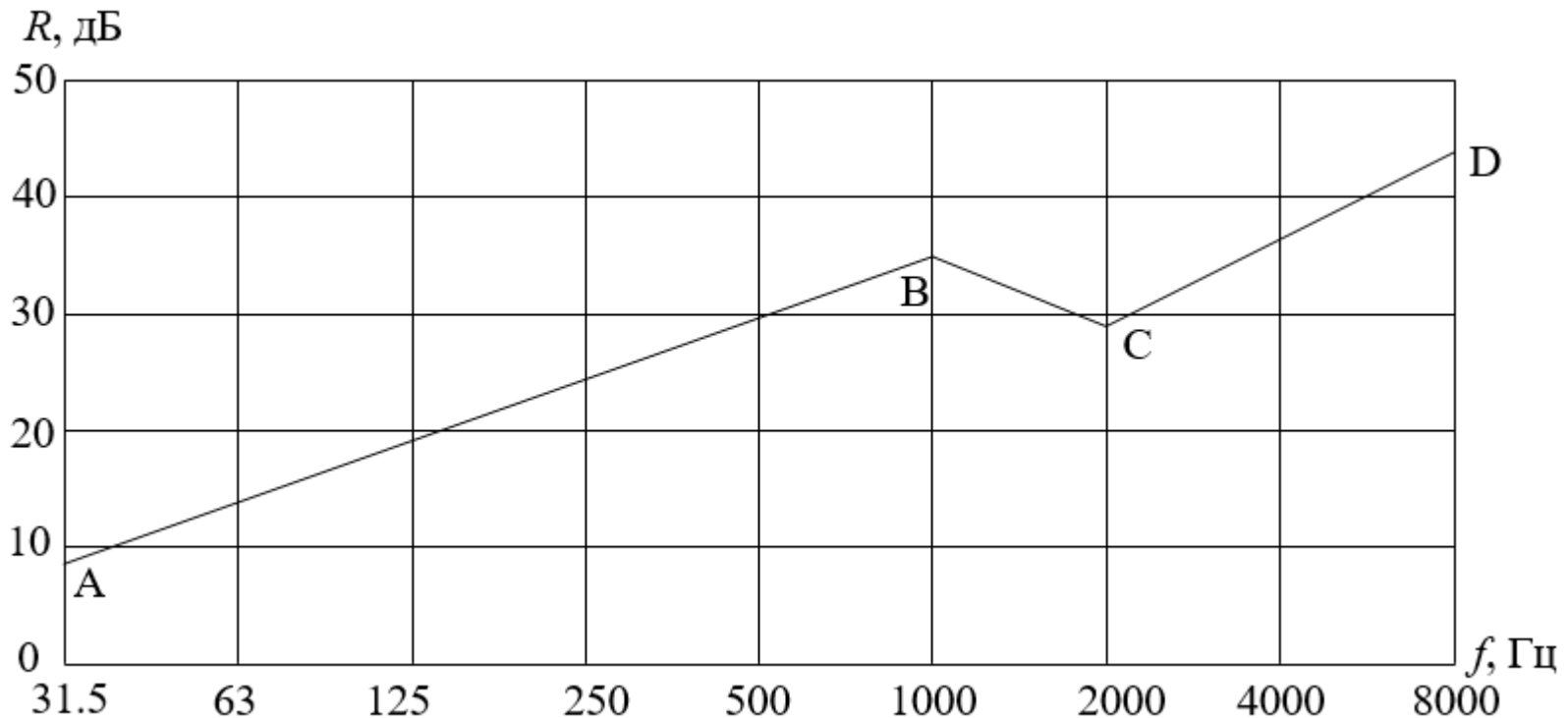
Примітка. h – товщина одношарової тонкої конструкції у міліметрах

Розрахунок частотної характеристики ізоляції повітряного шуму вікном

Будуємо частотну характеристику ABCD ізоляції повітряного шуму склом товщиною 6 мм, згідно методики 5.2.

$B(1000,35)$; $C(2000,29)$

AB – 4.5дБ/октаву, CD – 7.5 дБ/октава



Розрахунок частотної характеристики ізоляції повітряного шуму вікном

2. Будуємо допоміжну ламану $A_1B_1C_1D_1$. Для чого визначаємо за табл. 5 частоту f_{C1} для скла товщиною $h_2 = 4$ мм та за табл. 6 поправку ΔR_1 для співвідношення $m_{\text{сум}}/m_1$:

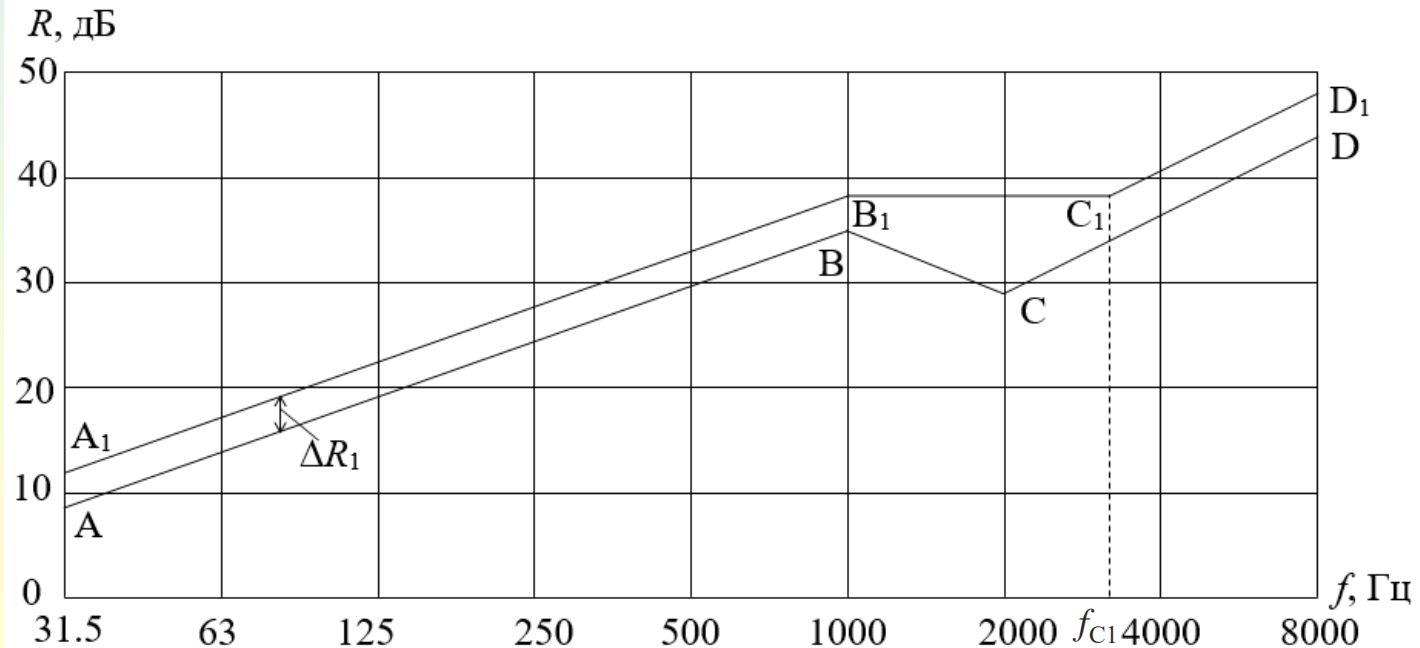
$$f_{C1} = 12000/4 = 3000 \text{ Гц};$$

$$m_1 = 2500 \cdot 0.006 = 15 \text{ кг/м}^2, m_2 = 2500 \cdot 0.004 = 10 \text{ кг/м}^2;$$

$$m_{\text{сум}}/m_1 = (6+4)/6 = 1.67;$$

$$\Delta R_1 = 3.35 \text{ дБ.}$$

Заокруглюємо отриману частоту f_{C1} до величини середньгеометричної частоти третиннооктавної смуги $f_{C1} = 3150$ Гц. Відрізок B_1C_1 горизонтальний



Розрахунок частотної характеристики ізоляції повітряного шуму вікном

3. Визначаємо частоту резонансу конструкції f_p

та величину поправки H_{Π} за табл. 7 в залежності від ширини повітряного проміжку d_{Π} :

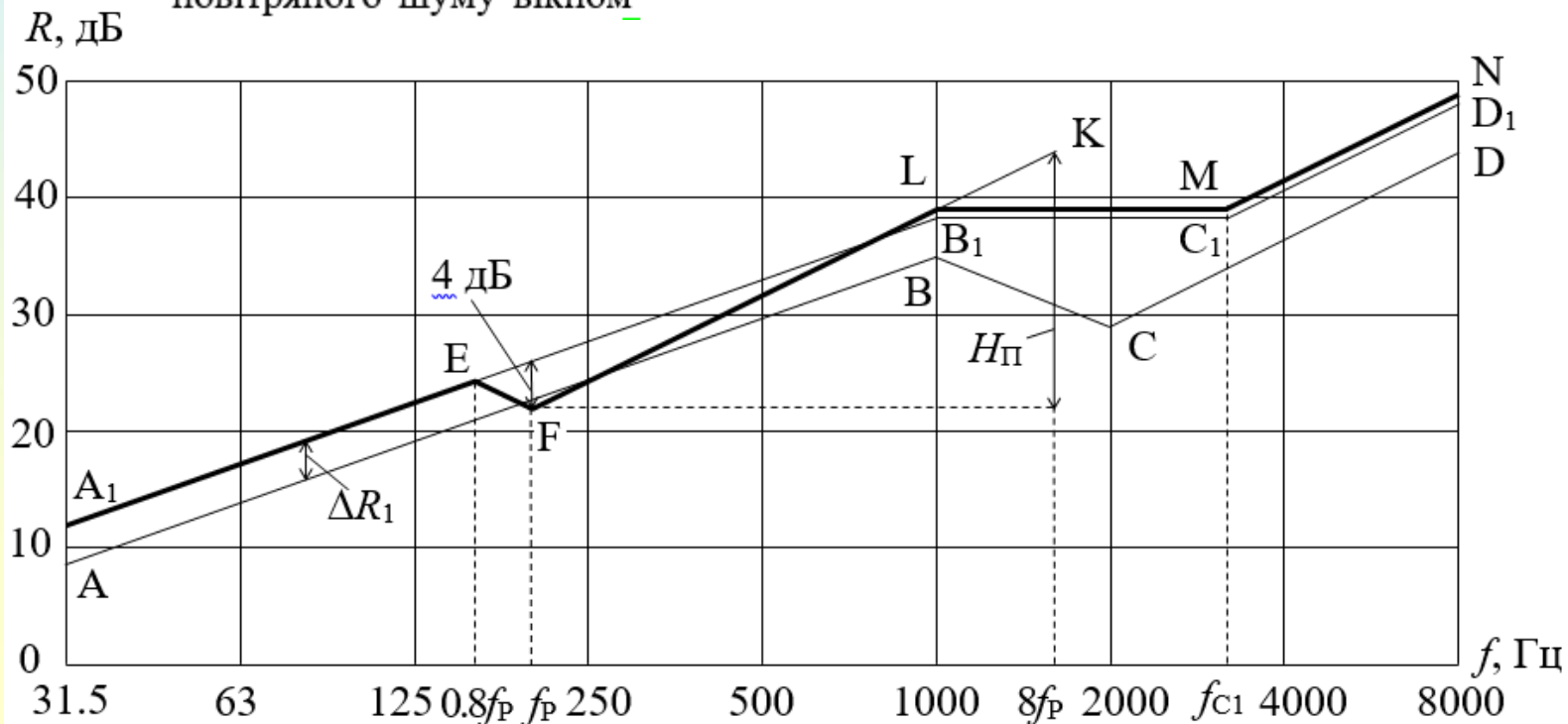
$$f_p = 60 \sqrt{\frac{m_1 + m_2}{d_{\Pi} m_1 m_2}} = 60 \sqrt{\frac{15 + 10}{0.016 \cdot 15 \cdot 10}} = 193.65 \text{ Гц}; \quad H_{\Pi} = 22 \text{ дБ};$$

Заокруглюємо отриману частоту f_{C1} до величини середньгеометричної частоти третиннооктавної смуги: $f_p = 200 \text{ Гц}$.

За отриманими величинами будуємо частотну характеристику ізоляції повітряного шуму вікном

Табл. 7 Величина поправки H_{Π}

Ширина повітряного проміжку d_{Π} , мм	Величина H_{Π} , дБ
15-25	22
50	24
75	25
100	26
150	27
200	28



Розрахунок частотної характеристики ізоляції повітряного шуму перегородкою з врахуванням дверей та вікна

Результуюча ізоляція повітряного шуму $R'_{\text{рез}}$, дБ, стіни, як складеної конструкції, визначається за формулою

$$R'_{\text{рез}} = -10 \lg \left(\frac{1}{S_K} \sum_{i=1}^m S_i \cdot 10^{-0,1 R'_i} \right)$$

Розрахунок зведено у таблицю.

Показник, що розраховується	Середньгеометрична частота октавної смуги, Гц								
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Площа дверей S_2 , м ²	2								
Площа вікна S_3 , м ²	3								
Площа глухої ділянки стіни S_1 , м ²	18-(2+3)= 13								
Загальна площа конструкції S_K , м ²	18								
Звукоізоляція дверима R'_2 , дБ	14	18	22.5	33	41	48	52	56.5	48.5
Звукоізоляція вікном R'_3 , дБ	12	17	22.5	24	31.5	39	39	41.5	49
Звукоізоляція глухою ділянкою стіни R'_1 , дБ	42.5	42.5	42.5	42.5	50	57.5	60	60	60
Звукоізоляція складеною конструкцією $R'_{\text{рез}}$, дБ	18	23	28	31	39	46	47	49	54

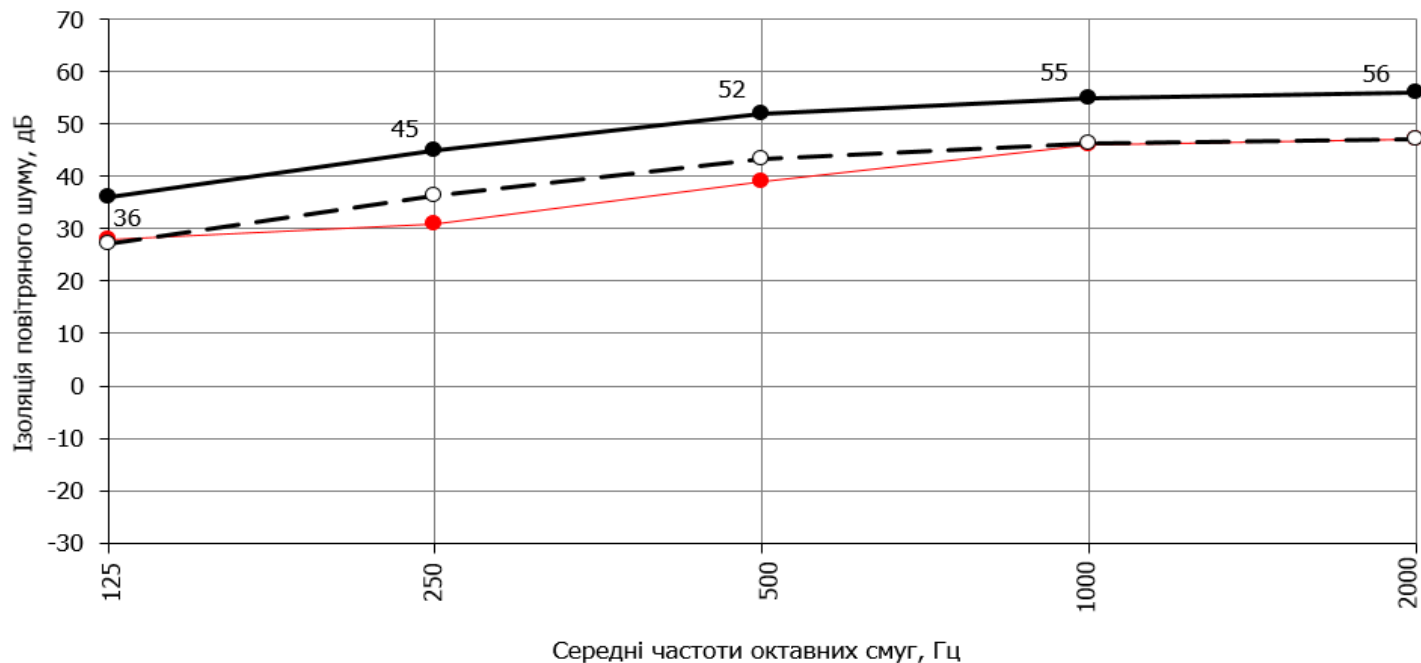
Приклад розрахунку ізоляції повітряного шуму внутрішньою огорожувальною конструкцією

Розрахунок індексу ізоляції повітряного шуму перегородкою з врахуванням дверей та вікна

	A	B	C	D	E	F	G	H
i	Середні частоти октавних смуг, Гц	Числові величини стандартної оціночної частотної характеристики звукоізоляції R_N в октавних смугах частот, дБ	Частотна характеристика ізоляції повітряного шуму конструкції, дБ	Δ	$C[i]-\Delta-D[i]$	$=0$, якщо $F[i] \leq 0$ $=F[i]$, якщо $F[i] > 0$	$C[i]-\Delta$	
1								
2	1	125	36	28	8,75	-0,75	0	27,25
3	2	250	45	31	8,75	5,25	5,25	36,25
4	3	500	52	39	8,75	4,25	4,25	43,25
5	4	1000	55	46	8,75	0,25	0,25	46,25
6	5	2000	56	47	8,75	0,25	0,25	47,25
7	Середнє несприятливе відхилення від зміщеної оціночної характеристики, дБ						2	

Індекс ізоляції
повітряного
шуму
 $R'_{W \text{ норм}}$, дБ

50



ЗВУКОІЗОЛЯЦІЯ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ БУДИНКІВ

Якщо у житлових будинках застосовують покриття підлоги із рулонних або плиткових м'яко-пружних звукоізоляційних матеріалів (полівінілхлоридні лінолеуми на теплозвукоізолюючій підоснові, ворсові килимові покриття тощо) і якщо це покриття є єдиним елементом в конструкції міжповерхового перекриття з забезпечення необхідної ізоляції ударного шуму, то ці покриття у багатоквартирних житлових будинках не можна зараховувати як засіб, що забезпечує вимоги будівельних норм щодо ізоляції ударного шуму.

Ця умова обумовлюється тим, що або через зношення покриття і втратою його початкових звукоізоляційних властивостей, або внаслідок його заміни на інше покриття (наприклад, керамічну плитку, паркет), ізоляція ударного шуму перекриттям внаслідок цього може бути суттєво погіршена і не відповідати нормативним вимогам.

ЗВУКОІЗОЛЯЦІЯ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ БУДИНКІВ

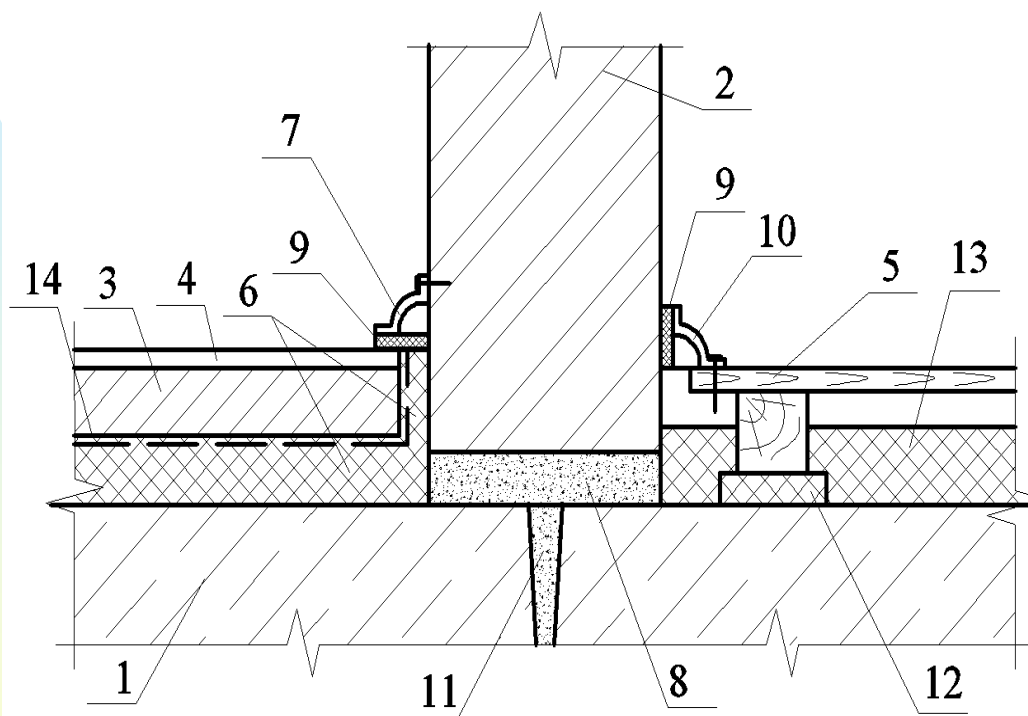
Міжповерхові перекриття у житлових будинках, а також у будинках громадського призначення з нормованою звукоізоляцією перекриттів слід проектувати **з плаваючою підлогою**:

- монолітна цементно-піщана, наливна або бетонна стяжка, збірні плити, дерев'яна підлога, укладені на пружному звукоізоляційному шарі,
- дерев'яна підлога на лагах, укладених на звукоізоляційному шарі чи на спеціальних віброізоляторах

Як звукоізоляційні матеріали в конструкціях плаваючих підлог застосовують *мінераловатні плити із скляного і базальтового волокна, рулонні скловолокнисті полотна, в тому числі з одностороннім бітумним покриттям, неткані голкопробивні полотна з органічних і неорганічних волокон з полімерним або бітумним покриттям, м'які деревноволокнисті плити на різних в'язучих, пористо-губчасті полотна із хімічно зшитого пінополіетилену, плити із пінополістиролу, полотна із мінеральної повсті, зернисті сипкі матеріали (пропечений пісок, спучений керамзит, перліт, вермикуліт тощо).*

ЗВУКОІЗОЛЯЦІЯ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ БУДИНКІВ

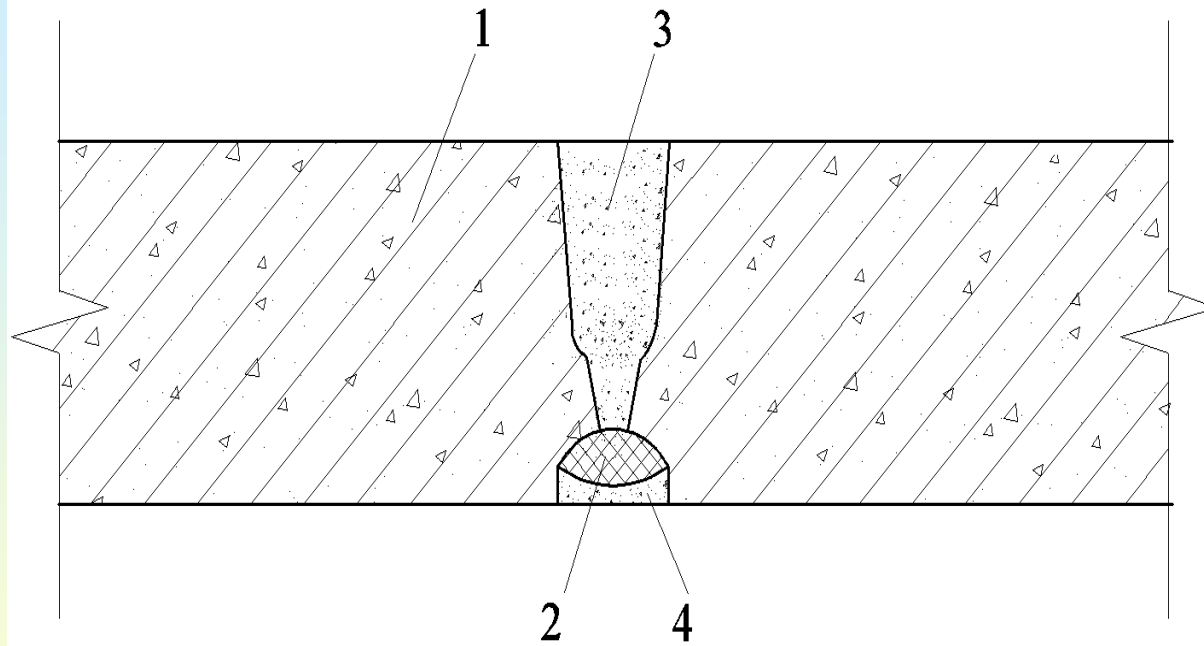
Схема вузла прилягання плаваючої підлоги на звукоізоляційному шарі до стін



1 – плита міжповерхового перекриття; 2 – стіна; 3 – основа підлоги (монолітна стяжка, збірні плити); 4 – покриття підлоги; 5 – дощата підлога на лагах; 6 – звукоізоляційний шар; 7 – плінтус; 8 – цементно-піщаний розчин; 9 – смуга звукоізоляційного матеріалу; 10 – галтель; 11 – бетон або цементно-піщаний розчин; 12 – смугова звукоізоляційна прокладка під лаги; 13 – звукопоглинальний матеріал; 14 – шар гідроізоляції

ЗВУКОІЗОЛЯЦІЯ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ БУДИНКІВ

Схема конструктивного вирішення стику збірних елементів перекриття



1 – збірний елемент міжповерхового перекриття; 2 – герметизуючий матеріал;
3 – монолітний бетон; 4 – розчин

ЗВУКОІЗОЛЯЦІЯ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ БУДИНКІВ

Схема конструктивного вирішення примикання плити перекриття до стіни

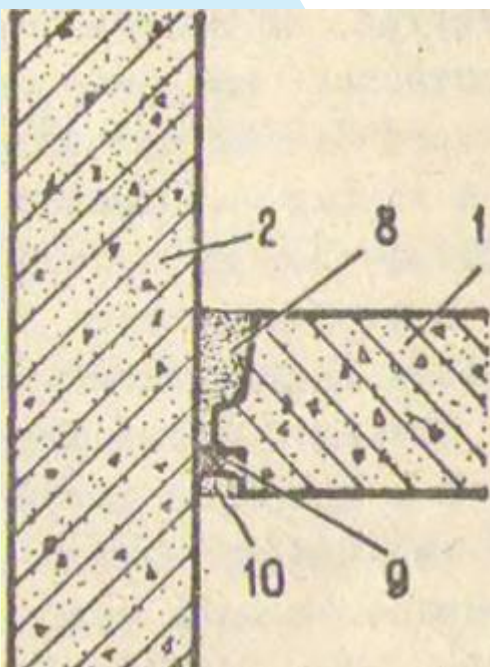
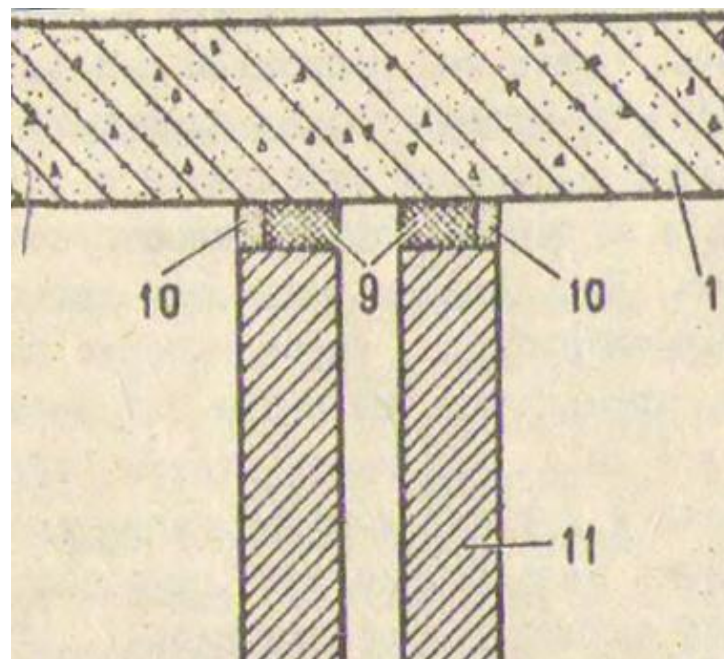


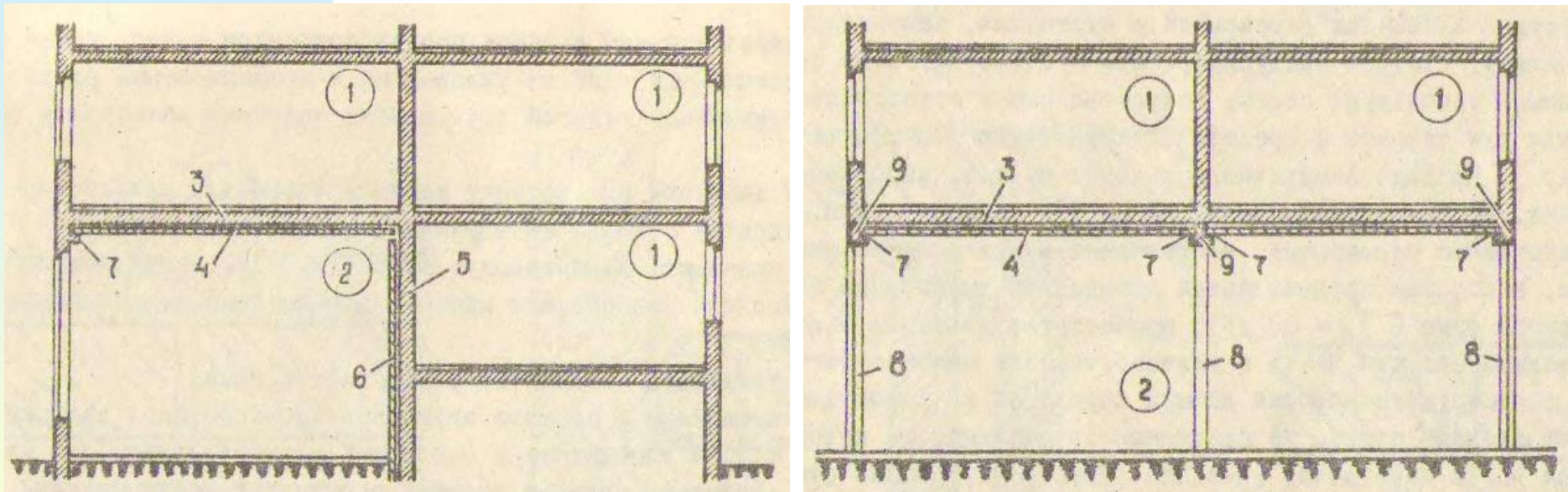
Схема конструктивного вирішення примикання подвійної перегородки до стіни



1 – збірний елемент міжповерхового перекриття; 2 – стіна; 8 – монолітний бетон;
9 – герметизуючий матеріал; 10 – розчин; 11 – елемент перегородки

ЗВУКОІЗОЛЯЦІЯ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ БУДИНКІВ

Схеми конструктивних вирішень внутрішніх огорожень, які відділяють приміщення квартир від вбудованих шумних приміщень



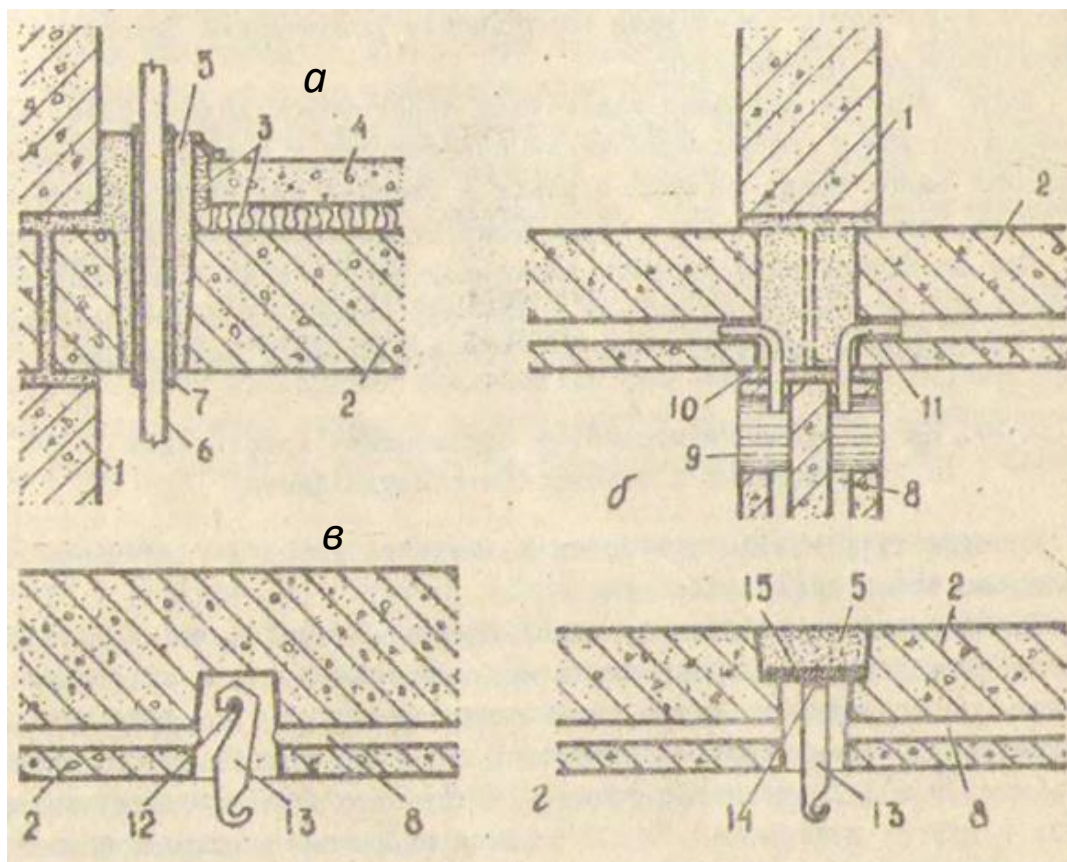
1 – приміщення квартири; 2 – вбудоване шумне приміщення; 3 – несуча частина перекриття; 4 – самонесуча стеля; 5 – внутрішня стіна, що огороджує приміщення квартири; 6 – внутрішня стіна, що огороджує шумне приміщення; 7 – звукоізоляційна прокладка; 8 – колона; 9 – ригель

ЗВУКОІЗОЛЯЦІЯ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ БУДИНКІВ

а – вузол пропуску стояка опалення через міжповерхове перекриття
 б – вузол пропуску електропроводу з перекриття у міжквартирну стіну
 в – вузол проводки електропроводу з перекриття к стельовому світильнику з некрізною порожниною
 г – теж саме з наскрізною порожниною

1 – стіна; 2 – несуча частина перекриття;
 3 – прокладка з звукоізоляційного матеріалу; 4 – основа підлоги; 5 – безсадковий бетон чи розчин; 6 – труба стояка опалення; 7 – еластична гільза; 8 – електроканали; 9 – лунка для розподільної коробки; 10 – деревоволокниста плита; 11 – пластикова трубка; 12 – стержень для підвішування крюка; 13 – крючок для підвіски світильника; 14 – зварка; 15 – кругла стальна пластина

**Схеми конструктивних вирішень
 внутрішніх огорожень, які пов'язані з
 інженерним обладнанням**



Дякую за увагу!