DOI: 10.17117/na.2016.06.02.169

<http://ucom.ru/doc/na.2016.06.02.169.pdf>

Поступила (Received): 24.06.2016

Тихонова Л.С.
Проектирование звукоизоляции
ограждающих конструкций

Tikhonova L.S.
Planning of sound-proofing of non-load-bearing constructions

Приведена разработанная методика расчета звукоизоляции ограждающей конструкции на этапе выполнения проектных работ. Предлагаемая методика апробирована на примере расчета перегородок из газобетонных блоков, облицованных с обеих сторон гипроком

Ключевые слова: расчет, звукоизоляция, конструкция, газобетон

Тихонова Людмила Сергеевна

Кандидат технических наук, доцент
Санкт-Петербургский государственный институт кино и телевидения, кафедра радиотехники и информационных технологий
СПб, ул. Правды, 13

The developed method of calculation of sound-proofing of non-load-bearing construction is resulted on the stage of implementation of project works. The offered method is approved on the examples of calculation of sound-proofing of two variants of non-load-bearing constructions from gazobetonnykh blocks, facings on either side giprokom

Key words: calculation, sound-proofing, construction, aerocrete

Tikhonova Ludmila Sergeevna

Candidate of Technical Science, Associate Professor
St. Petersburg state institute of film and television
St. Petersburg, Pravdi st., 13

Нормируемыми параметрами звукоизоляции внутренних ограждающих конструкций жилых и общественных зданий, а также вспомогательных зданий производственных предприятий являются индекс изоляции воздушного шума ограждающими конструкциями R_w , дБ, и индекс приведенного уровня ударного шума L_{nw} , дБ (для перекрытий). Нормативные значения этих индексов приводятся в зависимости от категории зданий. Категория здания определяется техническим заданием на проектирование. Остановимся на расчете такого нормируемого параметра ограждающей конструкции как индекс изоляции воздушного шума R_w .

Определение индекса изоляции воздушного шума наружных ограждений

Индекс R_w ограждающей конструкцией с известной (рассчитанной или измеренной) частотной характеристикой изоляции воздушного шума определяется путем сопоставления этой частотной характеристики с оценочной кривой, приведенной в [1].

Для определения индекса R_w необходимо определить сумму неблагоприятных отклонений данной частотной характеристики от оценочной кривой.

Неблагоприятными считаются отклонения вниз от оценочной кривой. Если сумма неблагоприятных отклонений максимально приближается к 32 дБ, но не превышает эту величину, величина индекса R_w составляет 52 дБ. Если сумма неблагоприятных отклонений превышает 32 дБ, оценочная кривая смещается вниз на целое число децибел так, чтобы сумма неблагоприятных отклонений не превышала указанную величину. Если сумма неблагоприятных отклонений значительно меньше 32 дБ или неблагоприятные отклонения отсутствуют, оценочная кривая смещается вверх (на целое число децибел) так, чтобы сумма неблагоприятных отклонений от смещенной оценочной кривой максимально приближалась к 32 дБ, но не превышала эту величину.

За величину индекса R_w принимается ордината смещенной (вверх или вниз) оценочной кривой в третьоктавной полосе со среднегеометрической частотой 500 Гц.

Расчет звукоизоляции внутренних ограждающих конструкций

Индекс R_w однослойных ограждающих конструкций, двухслойных глухих остеклений и перегородок, а также двухслойных глухих остеклений и перегородок, выполненных в виде двух облицовок по каркасу с воздушным промежутком, следует определять на основании рассчитанной частотной характеристики изоляции воздушного шума.

Индекс R_w перекрытий с полом по упругому основанию и индекс L_{nw} под перекрытиями определяется непосредственно (без построения расчетных частотных характеристик). Допускается при ориентировочных расчетах определять индекс R_w однослойных массивных ограждающих конструкций (с поверхностной плотностью от 100 до 800 кг/м²) непосредственно без построения расчетной частотной характеристики изоляции воздушного шума.

Частотную характеристику индекса R_w однослойной плоской ограждающей конструкции сплошного сечения с поверхностной плотностью от 100 до 800 кг/м² из бетона, железобетона, кирпича и тому подобных материалов следует определять, изображая ее в виде ломаной линии, аналогичной линии ABCD [1]. На рис. 1 она названа оценочной кривой.

Абсциссу точки В – f_B следует определять по [1, таблица 8] в зависимости от толщины и плотности материала конструкции. Значение f_B следует округлять до среднегеометрической частоты, в пределах которой находится f_B . Границы третьоктавных полос приведены в [1, таблица 9].

Ординату точки В – R_B следует определять в зависимости от эквивалентной поверхностной плотности $m_э$ по формуле

$$R_B = 20 \lg m_э - 12, \text{ дБ.}$$

Эквивалентная поверхностная плотность $m_э$ определяется по формуле

$$m_э = K_m, \text{ кг/м}^2,$$

где m – поверхностная плотность, кг/м² (для ребристых конструкций принимается без учета ребер);

Рис. 1. Частотная характеристика индекса R_w перегородки и оценочная кривая

K – коэффициент, учитывающий относительное увеличение изгибной жесткости ограждения из бетонов на легких заполнителях, поризованных бетонов и т.п. по отношению к конструкциям тяжелого бетона с той же поверхностной плотностью.

Индекс R_w однослойных ограждающих конструкций, а также двухслойных глухих остеклений и перегородок, выполненных в виде двух облицовок по каркасу с воздушным промежутком, определяется на основании рассчитанной частотной характеристики индекса R_w .

Рассмотрим методику расчета при проектировании ограждающих конструкций на примерах расчета перегородок из газобетонных блоков, облицованных с обеих сторон гипроком.

ВАРИАНТ 1. Конструкция перегородки представляет собой кладку газобетонных блоков толщиной $h=100$ мм, $\gamma=500$ кг/м³, $K=1,7$ облицованную гипсокартонными плитами толщиной 24 мм на отnose 50 мм с 50% заполнением минеральной ватой URSA П20 ($\gamma=20$ кг/м³) с двух сторон.

Расчет производим в соответствии с [1, 2].

1. Определяем частотную характеристику индекса R_w фрагмента кладки стены из газобетонных блоков согласно [1].

1.1. Находим частоту, соответствующую точке В

$$f_B = 40000/h,$$

где h – толщина слоя материала, мм;

$$f_B = 40000/100 = 400 \text{ Гц}.$$

1.2. Определяем поверхностную плотность стены из газобетонных блоков

$$m = \gamma h,$$

где γ – плотность материала, кг/м³;

h – толщина слоя материала, м.

$$m = 500 \times 0,1 = 50 \text{ кг/м}^2.$$

1.3. Определяем эквивалентную поверхностную плотность стены из газобетонных блоков

$$m_э = K_m = 1,7 \times 50 = 85 \text{ кг/м}^2.$$

1.4. Определяем ординату точки В

$$R_B = 20 \lg m_э - 12 = 20 \lg 85 - 12 = 26,5 \text{ дБ.}$$

1.5. Из точки В влево проводим горизонтальный отрезок ВА, а вправо от точки В – отрезок ВС с наклоном 6 дБ на октаву до точки С с ординатой 65 дБ (см. рис.1).

В нормируемом диапазоне частот рассчитанные значения изоляции воздушного шума стеной из газобетонных блоков представлены в табл. 1.

Таблица 1

f, Гц	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
R, дБ	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5	28,5	30,3	32,5	34,5	36,5	38,5	40,5	42,5	44,5

2. Определяем поправку на облицовку стены из газобетонных блоков гипсокартонными плитами толщиной 24 мм на основе 50 мм с 50% заполнением минеральной ватой URSA П20 ($\gamma=20 \text{ кг/м}^3$) с двух сторон в зависимости от величин

$$m = m_1/m_4 \text{ и } \beta = m ((c_1 \cdot h_1)/(c_4 \cdot h_4))^{3/2},$$

где m_1 – поверхностная плотность несущей части перекрытия в кг/м^2 ;

m_4 – поверхностная плотность поперечной стены или перегородки в кг/м^2 ;

c_1, c_4 – скорость продольных волн соответственно в несущей части перекрытия и поперечной стене или перегородке в м/с;

h_1, h_4 – толщины соответственно несущей части перекрытия и поперечной стены или перегородки в м.

$$m = 400/85 = 4,7 \quad \beta = 4,7 ((3700 \cdot 0,16)/(2300 \cdot 0,1))^{3/2} = 19,4.$$

Определяем поправку на облицовку стены из газобетонных блоков гипсокартонными плитами на основе с двух сторон согласно методом интерполяции – $\Delta R=18 \text{ дБ}$.

3. Определяем частотную характеристику индекса R_w всей конструкции перегородки путем прибавления к частотной характеристике индекса R_w стены из газобетонных блоков выше рассчитанной поправки на облицовку гипсокартонными плитами на основе с двух сторон. В нормируемом диапазоне частот рассчитанные значения изоляции всей конструкцией перегородки представлены в табл. 2.

4. Определяем индекс R_w согласно [2], путем сопоставления рассчитанной частотной характеристики изоляции воздушного шума с оценочной кривой (см. рис.1)

$$R_w = 52 \text{ дБ.}$$

Таблица 2

R, дБ	f, Гц
45,0	100
45,0	125
45,0	160
45,0	200
45,0	250
45,0	315
45,0	400
47,0	500
49,0	630
51,0	800
53,0	1000
55,0	1250
57,0	1600
59,0	2000
61,0	2500
63,0	3150

На рис.1 пунктиром показана расчетная частотная характеристика индекса R_w перегородки из газобетонных блоков толщиной 100 мм.

ВАРИАНТ 2. Конструкция перегородки представляет собой кладку из газобетонных блоков толщиной $h=150$ мм, $\gamma=500$ кг/м³, $K=1,7$ облицованную гипсокартонными плитами толщиной 24 мм на отnose 50 мм с 50% заполнением минеральной ватой URSA П20 ($\gamma=20$ кг/м³) с двух сторон.

Расчет производим в соответствии с [1, 2].

1. Определяем частотную характеристику индекса R_w фрагмента кладки стены из газобетонных блоков [2].

1.1. Находим частоту, соответствующую точке В

$$f_B = 40000/h,$$

где h – толщина слоя материала, мм;

$$f_B = 40000/150 = 267 \approx 250 \text{ Гц}.$$

1.2. Определяем поверхностную плотность стены из газобетонных блоков

$$m = \gamma h,$$

где γ – плотность материала, кг/м³;

h – толщина слоя материала, м;

$$m = 500 \times 0,15 = 75 \text{ кг/м}^2.$$

1.3. Определяем эквивалентную поверхностную плотность стены из газобетонных блоков

$$m_{\Sigma} = Km = 1,7 \times 75 = 127,5 \text{ кг/м}^2.$$

1.4. Определяем ординату точки В

$$R_B = 20 \lg m_{\Sigma} - 12 = 20 \lg 127,5 - 12 = 30 \text{ дБ}.$$

1.5. Из точки В влево проводим горизонтальный отрезок ВА, а в право от точки В – отрезок ВС с наклоном 6 дБ на октаву до точки С с ординатой 65 дБ (см. рис. 2).

В нормируемом диапазоне частот значения индекса R_w стены из газобетонных блоков представлены в табл.3.

Таблица 3

R, дБ	f, Гц
30,0	100
30,0	125
30,0	160
30,0	200
30,0	250
32,0	315
34,0	400
36,0	500
38,0	630
40,0	800
42,0	1000
44,0	1250
46,0	1600
48,0	2000
50,0	2500
52,0	3150

Рис. 2. Частотная характеристика индекса R_w перегородки и оценочная кривая

2. Определяем поправку на облицовку стены из газобетонных блоков гипсокартонными плитами толщиной 24 мм на основе 50 мм с 50% заполнением минеральной ватой URSA П20 ($\gamma=20 \text{ кг/м}^3$) с двух сторон в зависимости от величин

$$m = m_1/m_4 = 400/127,5 = 3,1 \text{ и}$$

$$\beta = m \left((c_1 \cdot h_1) / (c_4 \cdot h_4) \right)^{3/2} = 3,1 \left((3700 \cdot 0,16) / (2300 \cdot 0,15) \right)^{3/2} = 7.$$

Определяем поправку на облицовку стены из газобетонных блоков гипсокартонными плитами на основе с двух сторон методом интерполяции

$$\Delta R = 14,5 \text{ дБ.}$$

3. Определяем частотную характеристику индекса R_w всей конструкции перегородки путем прибавления к частотной характеристике индекса R_w стены из газобетонных блоков выше рассчитанной поправки на облицовку гипсокартонными плитами на основе с двух сторон. В нормируемом диапазоне частот значения индекса R_w всей конструкции перегородки представлены в табл.4.

Таблица 4

f, Гц	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
R, дБ	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	47,0	49,0	51,0	53,0	55,0	57,0	59,0	61,0	63,0	65,0	67,0

4. Определяем индекс R_w согласно [2], путем сопоставления рассчитанной частотной характеристики индекса R_w с оценочной кривой (см. рис. 2)

$$R_w = 55 \text{ дБ.}$$

Выводы

Разработанная методика соответствует нормативным требованиям, проста и наглядна. Позволяет получить такой нормируемый параметр как индекс изоляции воздушного шума R_w .

В результате расчетов звукоизоляции конкретных конструкций получены следующие результаты:

1. Индекс звуковой изоляции кладки из газобетонных блоков толщиной 100 мм с плотностью 500 кг/м³, облицованных гипсокартонными плитами, определенный расчетным методом, составил $R_w = 52$ дБ, что удовлетворяет требованиям СНиП 23-03-2003.

2. Индекс звуковой изоляции кладки из газобетонных блоков толщиной 150 мм с плотностью 500 кг/м³, облицованных гипсокартонными плитами, определенный расчетным методом, составил $R_w = 55$ дБ, что удовлетворяет требованиям СНиП 23-03-2003.

Список используемых источников:

1. СП 23-103-2003. Проектирование звукоизоляции ограждающих конструкций жилых и общественных зданий.
2. СНиП 23-03-2003. Защита от шума.

© 2016, Тихонова Л.С.

Проектирование звукоизоляции ограждающих конструкций

© 2016, Tikhonova L.S.

Planning of sound-proofing of non-load-bearing constructions