

Российская академия архитектуры и строительных наук
(РААСН)
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ СТРОИТЕЛЬНОЙ ФИЗИКИ
(НИИСФ)



УТВЕРЖДАЮ:
Директор НИИСФ РААСН

И.Л.Шубин

« 10 » _____ 2010г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

по теме: **«Расчитать звукоизоляцию перегородки, выполненную из крупноформатного керамического камня»**

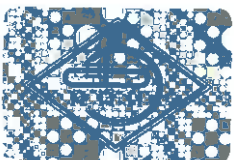
(х/д № 31180 от 12.05.2010 г.)

Зам. зав. лабораторией № 31 _____ М.А.Пороженко

Ответственный исполнитель _____ Н.А.Минаева

Москва

2010 г.



Данная работа выполняется в рамках договора № 31180 от 12 мая 2010г.

Кирпичный завод ООО «Винербергер Кирпич» выпускают крупноформатный керамический камень Porotherm 8. Из блоков толщиной 80 мм можно устраивать внутренние перегородки в жилых зданиях.

В соответствии со Сводом правил по проектированию и строительству СП 23-103-2003 «Проектирование звукоизоляции ограждающих конструкций жилых и общественных зданий» внутренние ограждающие конструкции жилых зданий нормируются по индексу изоляции воздушного шума R_w в зависимости от категории зданий А, Б или В.

Целью данной работы является определение звукоизоляции ограждающих конструкций, выполненных из керамического камня Porotherm 8.

1. Методы расчета звукоизоляции ограждающих конструкций

Индекс изоляции воздушного шума однослойными ограждающими конструкциями следует определять на основании расчетной частотной характеристики изоляции воздушного шума в диапазоне частот 100 - 3150 Гц.

Частотную характеристику изоляции воздушного шума однослойной плоской ограждающей конструкцией с поверхностной плотностью от 100 до 800 кг/м² определяют, изображая ее в виде ломаной линии, аналогичной линии ABCD, изображенной на рис. 1.

Абсцисса точки В – f_B определяется в зависимости от толщины и плотности материала конструкции (по табл. 8 СП 23-103-2003). Значение f_B следует округлять до среднегеометрической частоты, в пределах которой находится f_B .

Ордината точки В – R_B определяется в зависимости от эквивалентной поверхностной плотности ограждающей конструкции m_3 по формуле:

$$R_B = 20 \lg m_3 - 12, \text{ дБ} \quad (1)$$

Эквивалентная поверхностная плотность m_3 определяется по формуле:

$$m_3 = K m, \text{ кг/м}^2, \quad (2)$$

где m – поверхностная плотность ограждающей конструкции, кг/м²;

K – коэффициент, учитывающий относительное увеличение изгибной жесткости ограждения из бетонов на легких заполнителях, поризованных бетонов, кладки из кирпича, пустотелых керамических блоков и т.п. по отношению к конструкциям из тяжелого бетона с той же поверхностной плотностью и определяется по табл. 10 СП 23-103-2003.

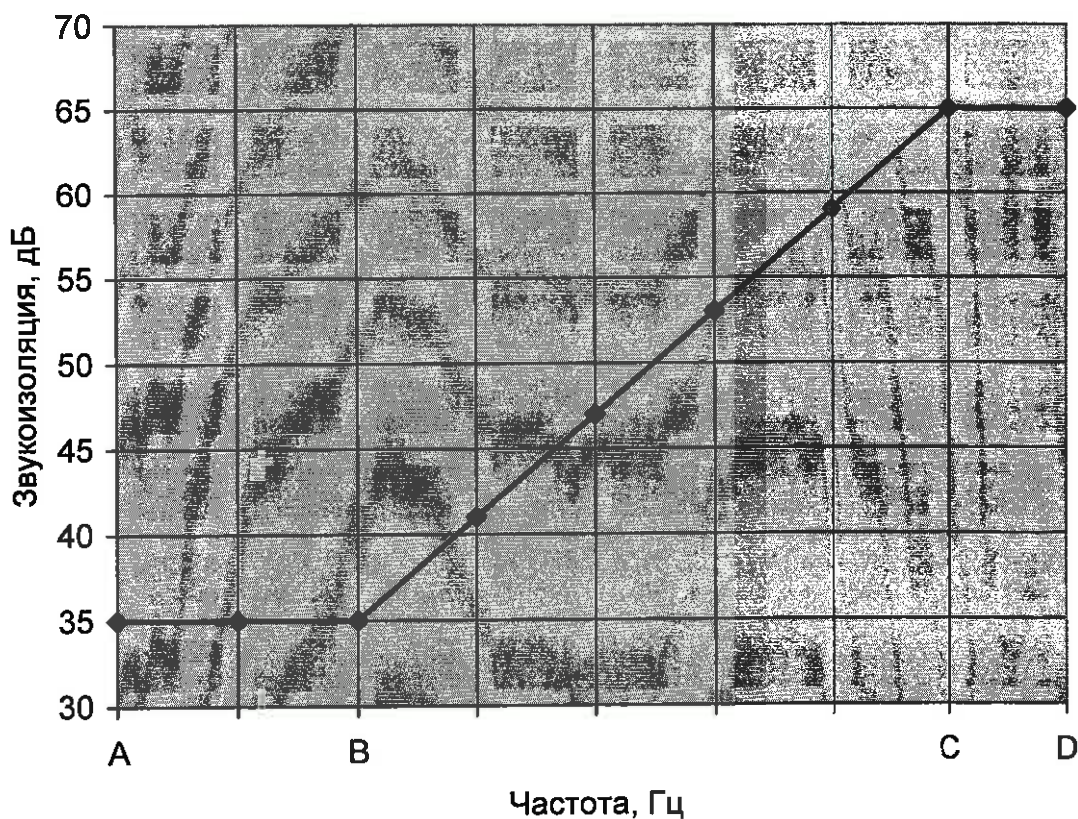


Рис. 1

Построение частотной характеристики производится в следующей последовательности: из точки В влево проводится горизонтальный отрезок ВА, а вправо от точки В проводится отрезок ВС с наклоном 6 дБ на октаву до точки С с ординатой $R_C = 65$ дБ; из точки С вправо проводится горизонтальный отрезок CD. Если точка С лежит за пределами нормируемого диапазона (частота $f_C > 3150$ Гц), отрезок CD отсутствует.

Индекс изоляции воздушного шума R_w (в дБ) ограждающей конструкцией с известной частотной характеристикой изоляции воздушного шума определяется путем сопоставления этой частотной характеристики с оценочной (нормативной) кривой, установленной Международной организацией по стандартизации (ИСО), приведенной в табл.1.

Таблица 1

Частота, Гц	Звукоизоляция, дБ
100	33
125	36
160	39
200	42
250	45
315	48

Продолжение табл. 1	
400	51
500	52
630	53
800	54
1000	55
1250	56
1600	56
2000	56
2500	56
3150	56

Для определения индекса изоляции воздушного шума R_w необходимо на график с нанесенной оценочной кривой нанести частотную характеристику изоляции воздушного шума и определить среднее неблагоприятное отклонение нанесенной частотной характеристики от оценочной кривой. Неблагоприятными считаются отклонения вниз от оценочной кривой, среднее неблагоприятное отклонение составляет 1/16 суммы неблагоприятных отклонений.

Если среднее неблагоприятное отклонение максимально приближается к 2 дБ, но не превышает эту величину, значение индекса R_w равно 52 дБ.

Если среднее неблагоприятное отклонение превышает 2 дБ, оценочная кривая смещается вниз на целое число децибел так, чтобы среднее неблагоприятное отклонение не превышало указанную величину.

Если среднее неблагоприятное отклонение значительно меньше 2 дБ, или неблагоприятные отклонения отсутствуют, оценочная кривая смещается вверх (на целое число децибел) так, чтобы среднее неблагоприятное отклонение от смещенной кривой приближалось, но не превышало 2 дБ.

За величину индекса R_w принимается ордината смещенной (вверх или вниз) оценочной кривой на частоте 500 Гц.

Индекс изоляции воздушного шума можно также определить по формуле, приведенной в Пособии к МГСН 2.04-97 «Проектирование звукоизоляции ограждающих конструкций жилых и общественных зданий»:

$$R_w = 23 \lg m_3 - 8, \text{ дБ} \quad \text{при } m_3 > 200 \text{ кг/м}^2 \quad (3)$$

$$R_w = 13 \lg m_3 + 15, \text{ дБ} \quad \text{при } m_3 < 200 \text{ кг/м}^2 \quad (4)$$

В качестве индекса изоляции для каждой из конструкций принимается усредненное значение индексов изоляции, полученных по частотной характеристике звукоизоляции и по формуле (3) или (4), в зависимости от m_3 .

2. Расчет звукоизоляции перегородки из крупноформатных керамических камней Porotherm 8

2.1. Перегородка из крупноформатных керамических камней (без учета раствора).

Крупноформатные керамические камни Porotherm 8 имеют размеры 80x500x219мм (ш/д/в), вес 1 шт. 9 кг, объемная плотность блоков $\gamma = 1030 \text{ кг/м}^3$.

1) Определение поверхностной плотности перегородки:

Кирпичная кладка плотностью $\gamma = 1030 \text{ кг/м}^3$ и толщиной 80 мм: $m_{\text{кирп}} = 1030 \times 0,08 = 82,4 \text{ кг/м}^2$

2) Определение эквивалентной поверхностной плотности перегородки с учетом коэффициентов K:

для керамических блоков $K = 1,2$

$$m_{\text{э кирп}} = 1,2 \times 82,4 = 98,9 \text{ кг/м}^2$$

3) Определение f_B при плотности перегородки из кирпича $\gamma = 1030 \text{ кг/м}^3$

$$f_B = 37000 / 80 = 462 \approx 500 \text{ Гц}$$

4) Определение ординаты точки B

$$R_B = 20 \lg m_{\text{э кирп}} - 12 = 20 \lg 98,9 - 12 = 27,9 \approx 28 \text{ дБ}$$

5) Из точки B влево проводим горизонтальный отрезок BA, вправо – отрезок BC с наклоном 6 дБ на октаву. Частотная характеристика изоляция воздушного шума в нормируемом диапазоне частот приведена в Приложении (рис. 1).

Индекс изоляции воздушного шума, рассчитанный по полученной частотной характеристике, составляет $R_w = 34,2 \text{ дБ}$.

Также был выполнен расчет индекса изоляции перегородки по формуле (4):

$$R_w = 13 \lg m_{\text{э}} + 15 = 13 \lg 98,9 + 15 = 40,9 \text{ дБ}.$$

Усредненное значение индекса изоляции для перегородки, выполненной из крупноформатных камней Porotherm 8 без штукатурки, составит:

$$R_w = (34,2 + 40,9) / 2 = 37,6 \approx 38 \text{ дБ}.$$

2.2. Перегородка из крупноформатных керамических камней (с учетом раствора).

Крупноформатные керамические камни Porotherm 8 имеют размеры 80x500x219мм., масса 1 шт. около 9 кг.

В 1 м^2 кладки расходуется 8,6 блоков, что составляет $0,94 \text{ м}^2$, значит в одном квадратном метре кладки раствор цементно-песчаный плотностью $\gamma = 1800 \text{ кг/м}^3$ составляет $0,06 \text{ м}^2$

1) Определение поверхностной плотности элементов перегородки:

Кирпичная кладка плотностью $\gamma = 1030 \text{ кг/м}^3$ и толщиной 80 мм без учета раствора: $m_{\text{кирп}} = 1030 \times 0,08 = 82,4 \text{ кг/м}^2$

Раствор цементно-песчаный толщиной 80 мм: $m_{\text{раст}} = 1800 \times 0,08 = 144 \text{ кг/м}^2$

Кирпичная кладка с раствором: $m_{\text{кирп+раст}} = (82,4 \times 0,94) + (144 \times 0,06) = 86,1 \text{ кг/м}^2$

2) Определение эквивалентной поверхностной плотности перегородки с учетом коэффициентов К:

для керамических блоков $K = 1,2$, для цементно-песчаного раствора с $\gamma = 1800 \text{ кг/м}^3$ $K = 1$

$$m_{\Sigma \text{ общ}} = (1,2 \times 82,4 \times 0,94) + (1 \times 144 \times 0,06) = 103,6 \text{ кг/м}^2$$

3) Определение f_B при плотности перегородки из кирпича (с учетом раствора) $\gamma = 1076 \text{ кг/м}^3$

$$f_B = 36000 / 80 = 450 \approx 500 \text{ Гц}$$

4) Определение ординаты точки В

$$R_B = 20 \lg m_{\Sigma \text{ общ}} - 12 = 20 \lg 103,6 - 12 = 28 \text{ дБ}$$

5) Из точки В влево проводим горизонтальный отрезок ВА, вправо – отрезок ВС с наклоном 6 дБ на октаву. Частотная характеристика изоляция воздушного шума в нормируемом диапазоне частот приведена в Приложении (рис. 2).

Индекс изоляции воздушного шума, рассчитанный по полученной частотной характеристике, составляет $R_w = 34,2 \text{ дБ}$.

Также был выполнен расчет индекса изоляции перегородки по формуле (4):

$$R_w = 13 \lg m_{\Sigma} + 15 = 13 \lg 103,6 + 15 = 41,2 \text{ дБ.}$$

Усредненное значение индекса изоляции для перегородки, выполненной из крупноформатных камней Porotherm 8 без штукатурки, составит:

$$R_w = (34,2 + 41,2) / 2 = 37,7 \approx 38 \text{ дБ.}$$

2.3. Перегородка из крупноформатных керамических камней, оштукатуренная с двух сторон по 10 мм

1) Определение поверхностной плотности элементов перегородки:

Кирпичная кладка плотностью $\gamma = 1030 \text{ кг/м}^3$ и толщиной 80 мм без учета раствора: $m_{\text{кирп}} = 1030 \times 0,08 = 82,4 \text{ кг/м}^2$

Раствор цементно-песчаный объемной плотностью $\gamma = 1800 \text{ кг/м}^3$ и толщиной 80 мм: $m_{\text{раст}} = 1800 \times 0,08 = 144 \text{ кг/м}^2$

Штукатурка из цементно-песчаного раствора толщиной 10 мм с каждой стороны: $m_{\text{штукат.}} = 1800 \times 0,02 = 36 \text{ кг/м}^2$

Кирпичная кладка с раствором и штукатуркой: $m_{\text{кирп+раст+штукат}} = (82,4 \times 0,94) + (144 \times 0,06) + 36 = 122,1 \text{ кг/м}^2$

2) Определение эквивалентной поверхностной плотности перегородки с учетом коэффициентов K :

для керамических блоков $K = 1,2$, для цементно-песчаного раствора с $\gamma = 1800$ кг/м³ $K = 1$

$$m_{\text{э,общ}} = (1,2 \times 82,4 \times 0,94) + (1 \times 144 \times 0,06) + (1 \times 36) = 137,6 \text{ кг/м}^2$$

3) Определение f_B при плотности перегородки из кирпича (с учетом раствора и штукатурки) $\gamma = 1221$ кг/м³

$$f_B = 35000 / 100 = 350 \approx 315 \text{ Гц}$$

4) Определение ординаты точки В

$$R_B = 20 \lg m_3 - 12 = 20 \lg 137,6 - 12 = 31 \text{ дБ}$$

5) Из точки В влево проводим горизонтальный отрезок ВА, вправо – отрезок ВС с наклоном 6 дБ на октаву. Частотная характеристика изоляция воздушного шума в нормируемом диапазоне частот приведена в Приложении (рис. 3).

Индекс изоляции воздушного шума, рассчитанный по полученной частотной характеристике, составляет $R_w = 40$ дБ.

Также был выполнен расчет индекса изоляции перегородки по формуле (3):

$$R_w = 13 \lg m_3 + 15 = 13 \lg 137,6 + 15 = 42,8 \text{ дБ.}$$

Усредненное значение индекса изоляции для перегородки, выполненной из крупноформатных камней Porotherm 8 и оштукатуренной с каждой стороны толщиной по 10 мм, составит:

$$R_w = (40 + 42,8) / 2 = 41,4 \approx 41 \text{ дБ.}$$

2.4. Перегородка из крупноформатных керамических камней, оштукатуренная с двух сторон по 20 мм

1) Определение поверхностной плотности элементов перегородки:

Кирпичная кладка плотностью $\gamma = 1030$ кг/м³ и толщиной 80 мм без учета раствора: $m_{\text{кирп}} = 1030 \times 0,08 = 82,4$ кг/м²

Раствор цементно-песчаный объемной плотностью $\gamma = 1800$ кг/м³ и толщиной 80 мм: $m_{\text{раст}} = 1800 \times 0,08 = 144$ кг/м²

Штукатурка из цементно-песчаного раствора толщиной 20 мм с каждой стороны: $m_{\text{штукат.}} = 1800 \times 0,04 = 72$ кг/м²

Кирпичная кладка с раствором и штукатуркой: $m_{\text{кирп+раст+штукат}} = (82,4 \times 0,94) + (144 \times 0,06) + 72 = 158,1$ кг/м²

2) Определение эквивалентной поверхностной плотности перегородки с учетом коэффициентов K :

для керамических блоков $K = 1,2$, для цементно-песчаного раствора с $\gamma = 1800$ кг/м³ $K = 1$

$$m_{э,общ} = (1,2 \times 82,4 \times 0,94) + (1 \times 144 \times 0,06) + (1 \times 72) = 179,5 \text{ кг/м}^2$$

3) Определение f_B при плотности перегородки из кирпича (с учетом раствора и штукатурки) $\gamma = 1318$ кг/м³

$$f_B = 34000 / 120 = 283 \approx 315 \text{ Гц}$$

4) Определение ординаты точки В

$$R_B = 20 \lg m_э - 12 = 20 \lg 179,5 - 12 = 33 \text{ дБ}$$

5) Из точки В влево проводим горизонтальный отрезок ВА, вправо – отрезок ВС с наклоном 6 дБ на октаву. Частотная характеристика изоляция воздушного шума в нормируемом диапазоне частот приведена в Приложении (рис. 4).

Индекс изоляции воздушного шума, рассчитанный по полученной частотной характеристике, составляет $R_w = 42$ дБ.

Также был выполнен расчет индекса изоляции перегородки по формуле (3):

$$R_w = 13 \lg m_э + 15 = 13 \lg 179,5 + 15 = 44,3 \text{ дБ.}$$

Значение индекса изоляции для перегородки, выполненной из крупноформатных камней Porotherm 8 и оштукатуренной с каждой стороны толщиной по 20 мм, составит:

$$R_w = (42 + 44,3) / 2 = 43,2 \approx 43 \text{ дБ.}$$

3. Результаты расчетов

Результаты расчетов усредненных индексов звукоизоляции R_w перегородок, выполненных из крупноформатных керамических камней POROTHERM 8 компании Wienerberger приведены в таблице 2.

Таблица 2

Тип камней	Индекс звукоизоляции R_w , дБ			
	Без учета раствора	С учетом раствора	Штукатурка 10 мм с каждой стороны	Штукатурка 20 мм с каждой стороны
Porotherm 8 80 мм	38	38	41	43

По своим акустическим характеристикам конструкции, выполненные из камней POROTHERM 8 и оштукатуренные с двух сторон, отвечают требованиям СНиП 23-03-2003 «Защита от шума» и рекомендуются к применению в качестве внутренних перегородок между комнатами, а также между комнатой и кухней в одной квартире в жилых зданиях категории А, для которых $R_{w \text{ норм}} \geq 43$ дБ, и в зданиях Б и В, для которых $R_{w \text{ норм}} \geq 41$ дБ.

В Приложении приведены расчетные частотных характеристики звукоизоляции перегородок, выполненных из крупноформатных керамических блоков, и рассчитанные по этим кривым индексы изоляции R_w .

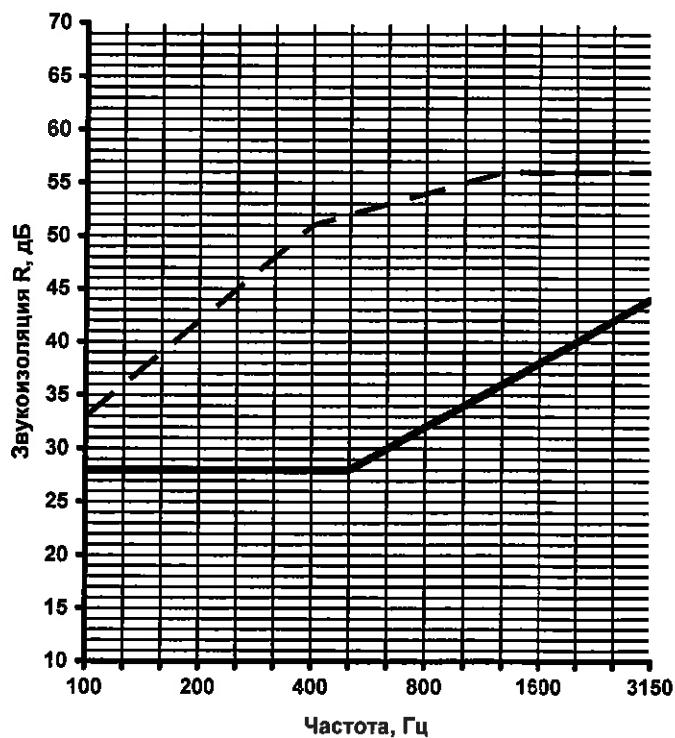
Звукоизоляция перегородки из крупноформатных керамических блоков
 Перегородка из блоков Porotherm 8 (без учета раствора)

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

Поверхностная плотность перегородки

$$m = 82,4 \text{ кг/м}^2$$

Индекс изоляции $R_w = 34 \text{ дБ}$



----- - нормативная частотная характеристика изоляции воздушного шума

————— - изоляция воздушного шума перегородки

Рис. 1

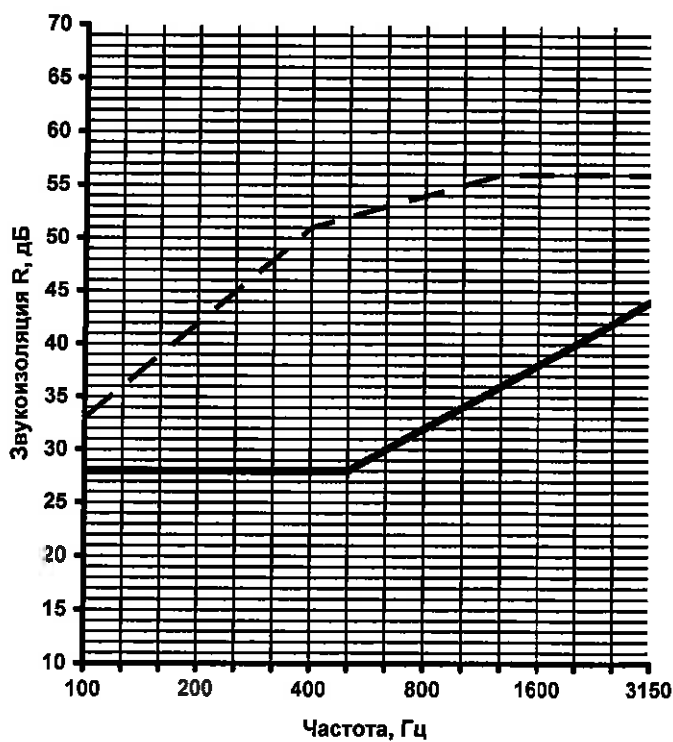
Звукоизоляция перегородки из крупноформатных керамических блоков
 Перегородка из блоков Porotherm 8 (с учетом раствора)

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

Поверхностная плотность перегородки

$$m = 86,1 \text{ кг/м}^2$$

Индекс изоляции $R_w = 34 \text{ дБ}$



----- - нормативная частотная характеристика изоляции воздушного шума

————— - изоляция воздушного шума перегородки

Рис. 2

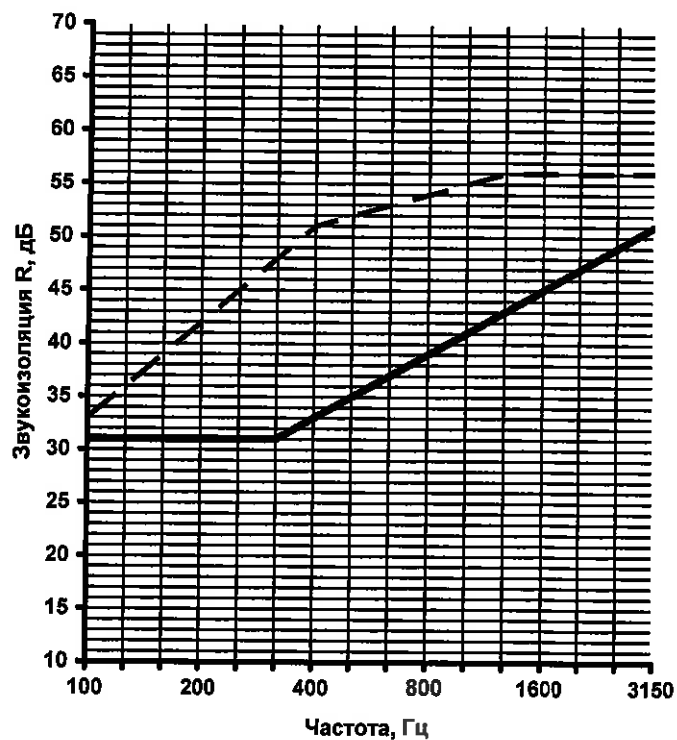
Звукоизоляция перегородки из крупноформатных керамических блоков
 Перегородка из блоков Porotherm 8, оштукатуренная с 2-х сторон по 10 мм

Частота, Гц	Звукоизоляция, дБ
100	31
125	31
160	31
200	31
250	31
315	31
400	33
500	35
630	37
800	39
1000	41
1250	43
1600	45
2000	47
2500	49
3150	51

Поверхностная плотность перегородки

$$m = 122,1 \text{ кг/м}^2$$

Индекс изоляции $R_w = 40$ дБ



----- - нормативная частотная характеристика изоляции воздушного шума

————— - изоляция воздушного шума перегородки

Рис. 3

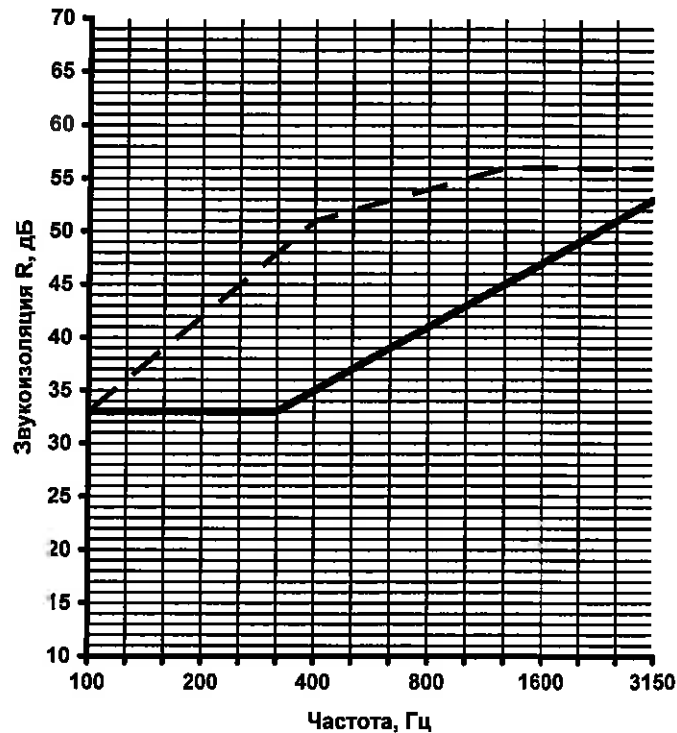
Звукоизоляция перегородки из крупноформатных керамических блоков
 Перегородка из блоков Porotherm 8, оштукатуренная с 2-х сторон по 20 мм

Частота, Гц	Звукоизоляция, дБ
100	33
125	33
160	33
200	33
250	33
315	33
400	35
500	37
630	39
800	41
1000	43
1250	45
1600	47
2000	49
2500	51
3150	53

Поверхностная плотность перегородки

$$m = 158,4 \text{ кг/м}^2$$

Индекс изоляции $R_w = 42 \text{ дБ}$



----- - нормативная частотная характеристика изоляции воздушного шума

————— - изоляция воздушного шума перегородки

Рис. 4