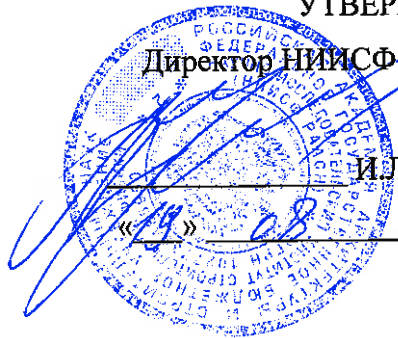


Российская академия архитектуры и строительных наук  
(РААСН)  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ СТРОИТЕЛЬНОЙ ФИЗИКИ  
(НИИСФ)

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор НИИСФ-РААСН

И.Л.Шубин

« 13 » 08 2013г.



**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

по теме: **«Расчет звукоизоляции перегородок из керамического  
крупноформатного камня Porotherm 20»**

(договор № 31110 (2013) от 05.08.2013 г.)

Зав. лабораторией № 31

М.А.Пороженко

Ответственный исполнитель

Н.А.Минаева

Москва

2013 г.

Данная работа выполняется в рамках договора № 31110 (2013) от 05 августа 2013г.

Кирпичный завод ООО «Винербергер Кирпич» выпускают крупноформатный керамический камень Porotherm 20. Из блоков толщиной 200 мм можно устраивать внутренние перегородки в жилых и общественных зданиях.

В соответствии со СНиП 23-03-2003 «Защита от шума» (Актуализированная редакция) внутренние ограждающие конструкции жилых и общественных зданий нормируются по индексу изоляции воздушного шума  $R_w$ .

Целью данной работы является определение звукоизоляции ограждающих конструкций, выполненных из керамического камня Porotherm 20.

## 1. Методы расчета звукоизоляции ограждающих конструкций

Расчет индекса изоляции воздушного шума ограждающих конструкций был выполнен в соответствии с рекомендациями свода правил по проектированию и строительству СП 23-103-2003 «Проектирование звукоизоляции ограждающих конструкций жилых и общественных зданий».

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/м<sup>2</sup> 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/м<sup>2</sup>;

$K$  – 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.

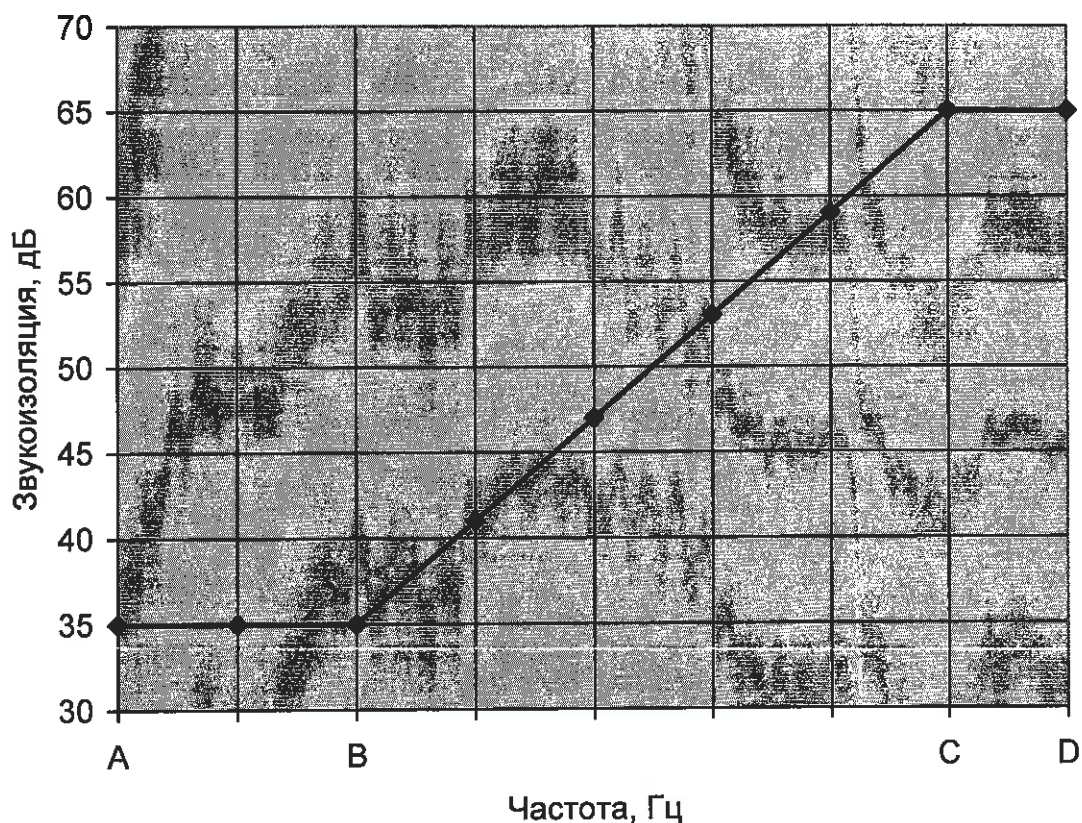


Рис. 1

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

Продолжение табл. 1	
160	39
200	42
250	45
315	48
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.

## 2. Расчет звукоизоляции перегородки из керамических крупноформатных камней Porotherm 20

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

Крупноформатные керамические камни Porotherm 20 имеют размеры 200х400х219мм (ш/д/в), объемная плотность блоков  $\gamma = 940 \text{ кг/м}^3$ .

1) Определение поверхностной плотности перегородки:

Кирпичная кладка плотностью  $\gamma = 940 \text{ кг/м}^3$  и толщиной 200 мм:  $m_{\text{кирп}} = 940 \times 0,2 = 188 \text{ кг/м}^2$

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

для керамических блоков  $K = 1,2$

$$m_{\text{э кирп}} = 1,2 \times 188 = 225,6 \text{ кг/м}^2$$

3) Определение  $f_B$  при плотности перегородки из кирпича  $\gamma = 940 \text{ кг/м}^3$

$$f_B = 37000 / 200 = 185 \approx 200 \text{ Гц}$$

4) Определение ординаты точки В

$$R_B = 20 \lg m_{\text{э кирп}} - 12 = 20 \lg 225,6 - 12 = 47,1 - 12 = 35,1 \approx 35 \text{ дБ}$$

5) Из точки В влево проводим горизонтальный отрезок ВА, вправо – отрезок ВС с наклоном 6 дБ на октаву. Частотная характеристика изоляции воздушного шума в нормируемом диапазоне частот приведена в Приложении (рис. 1).

Индекс изоляции воздушного шума, рассчитанный по полученной частотной характеристике, составляет  $R_w = 47 \text{ дБ}$ .

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

Крупноформатные керамические камни Porotherm 20 имеют размеры 200x400x219мм.

В  $1 \text{ м}^3$  кладки расходуется 54,1 шт. блоков, в одном квадратном метре кладки раствор цементно-песчаный плотностью  $\gamma = 1800 \text{ кг/м}^3$  составляет  $0,05 \text{ м}^2$

1) Определение поверхностной плотности элементов перегородки:

Кирпичная кладка плотностью  $\gamma = 940 \text{ кг/м}^3$  и толщиной 200 мм без учета раствора:  $m_{\text{кирп}} = 940 \times 0,2 = 188 \text{ кг/м}^2$

Раствор цементно-песчаный толщиной 200 мм:  $m_{\text{раст}} = 1800 \times 0,2 = 360 \text{ кг/м}^2$

Кирпичная кладка с раствором:  $m_{\text{кирп+раст}} = (188 \times 0,95) + (360 \times 0,05) = 196,6 \text{ кг/м}^2$

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

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

$$m_{\text{э общ}} = (1,2 \times 188 \times 0,95) + (1 \times 360 \times 0,05) = 232,3 \text{ кг/м}^2$$

3) Определение  $f_B$  при плотности перегородки из кирпича (с учетом раствора)  $\gamma = 1162 \text{ кг/м}^3$

$$f_B = 37000 / 200 = 185 \approx 200 \text{ Гц}$$

4) Определение ординаты точки В

$$R_B = 20 \lg m_{\text{э, общ}} - 12 = 20 \lg 232,3 - 12 = 47,3 - 12 = 35,3 \text{ дБ}$$

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  $R_w = 47 \text{ дБ}$ .

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

1) Определение поверхностной плотности элементов перегородки:

Кирпичная кладка плотностью  $\gamma = 940 \text{ кг/м}^3$  и толщиной 200 мм без учета раствора:  $m_{\text{кирп}} = 940 \times 0,2 = 188 \text{ кг/м}^2$

Раствор цементно-песчаный объемной плотностью  $\gamma = 1800 \text{ кг/м}^3$  и толщиной 200 мм:  $m_{\text{раст}} = 1800 \times 0,2 = 360 \text{ кг/м}^2$

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:  $m_{\text{кирп+раст+штукат}} = (188 \times 0,95) + (360 \times 0,05) + 36 = 232,6 \text{ кг/м}^2$

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

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

$$m_{\text{э, общ}} = (1,2 \times 188 \times 0,95) + (1 \times 360 \times 0,05) + (1 \times 36) = 268,3 \text{ кг/м}^2$$

3) Определение  $f_B$  при плотности перегородки из кирпича (с учетом раствора и штукатурки)  $\gamma = 1341,5 \text{ кг/м}^3$

$$f_B = 35000 / 220 = 159 \approx 160 \text{ Гц}$$

4) Определение ординаты точки В

$$R_B = 20 \lg m_{\text{э}} - 12 = 20 \lg 268,3 - 12 = 48,6 - 12 = 36,6 \text{ дБ}$$

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  $R_w = 51 \text{ дБ}$ .

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

1) Определение поверхностной плотности элементов перегородки:

Кирпичная кладка плотностью  $\gamma = 940 \text{ кг/м}^3$  и толщиной 200 мм без учета раствора:  $m_{\text{кирп}} = 940 \times 0,2 = 188 \text{ кг/м}^2$

Раствор цементно-песчаный объемной плотностью  $\gamma = 1800 \text{ кг/м}^3$  и толщиной 200 мм:  $m_{\text{раст}} = 1800 \times 0,2 = 360 \text{ кг/м}^2$

Штукатурка из цементно-песчаного раствора толщиной 20 мм с каждой стороны:  $m_{\text{штукат.}} = 1800 \times 0,04 = 72 \text{ кг/м}^2$

Кирпичная кладка с раствором и штукатуркой:  $m_{\text{кирп+раст+штукат}} = (188 \times 0,95) + (360 \times 0,05) + 72 = 268,6 \text{ кг/м}^2$

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

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

$$m_{\text{эобщ}} = (1,2 \times 188 \times 0,95) + (1 \times 360 \times 0,05) + (1 \times 72) = 304,3 \text{ кг/м}^2$$

3) Определение  $f_B$  при плотности перегородки из кирпича (с учетом раствора и штукатурки)  $\gamma = 1521,6 \text{ кг/м}^3$

$$f_B = 31000 / 240 = 129,2 \approx 125 \text{ Гц}$$

4) Определение ординаты точки В

$$R_B = 20 \lg m_{\text{э}} - 12 = 20 \lg 304,3 - 12 = 37,7 \text{ дБ}$$

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  $R_w = 53 \text{ дБ}$ .

## 3. Результаты расчетов

Результаты расчетов усредненных индексов звукоизоляции  $R_w$  перегородок, выполненных из крупноформатных керамических камней POROTHERM 20 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 20 200 мм	47	47	51	53

По своим акустическим характеристикам конструкции, выполненные из камней POROTHERM 20 без штукатурки, отвечают требованиям СНиП 23-03-2003 «Защита от шума» (актуализированная редакция) и рекомендуются к применению в качестве внутренних перегородок между комнатами, а также между комнатой и кухней в одной квартире в жилых зданиях, для которых  $R_{w \text{ норм}} \geq 43$  дБ, между комнатой и санузлом в одной квартире, для которых  $R_{w \text{ норм}} \geq 47$  дБ. Также эти перегородки могут применяться для перегородок между рабочими комнатами в офисах, для которых  $R_{w \text{ норм}} \geq 45$  дБ

Перегородки из камней POROTHERM 20, оштукатуренные с 2-х сторон по 10 мм, можно применять между комнатами общежитий ( $R_{w \text{ норм}} \geq 50$  дБ) и в гостиницах, имеющих классификацию 3 звезды ( $R_{w \text{ норм}} \geq 51$  дБ).

Перегородки из камней POROTHERM 20, оштукатуренные с 2-х сторон по 20 мм, можно применять в качестве перегородок между квартирами ( $R_{w \text{ норм}} \geq 52$  дБ), между номерами гостиниц квалификации 4 и 5 звезд ( $R_{w \text{ норм}} \geq 53$  дБ) и между офисами различных фирм, для которых  $R_{w \text{ норм}} \geq 48$  дБ.

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



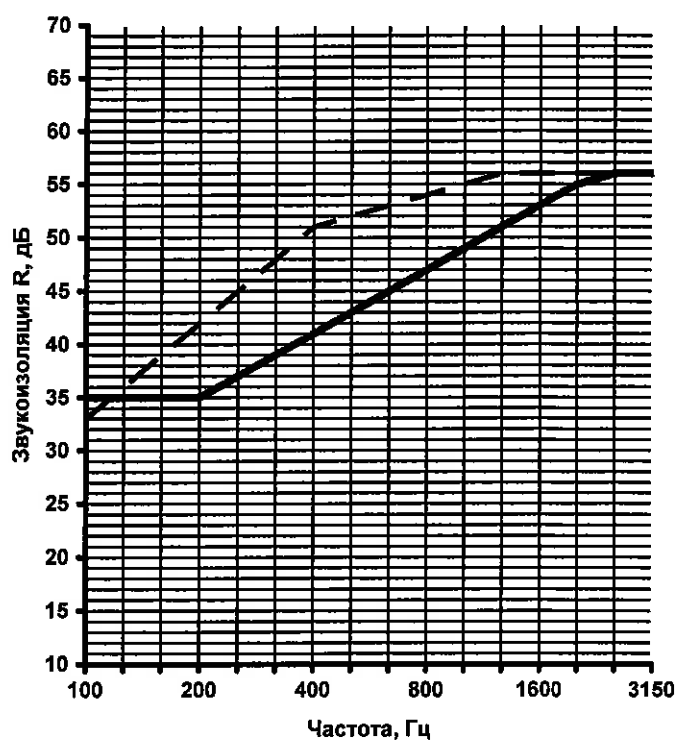
## Звукоизоляция перегородки из крупноформатных керамических блоков

## Перегорodka из блоков Porotherm 20 (без учета раствора)

Частота, Гц	Звукоизоляция, дБ
100	35
125	35
160	35
200	35
250	37
315	39
400	41
500	43
630	45
800	47
1000	49
1250	51
1600	53
2000	55
2500	56
3150	56

Поверхностная плотность перегородки

$$m = 188 \text{ кг/м}^2$$

Индекс изоляции  $R_w = 47 \text{ дБ}$ 

----- - оценочная кривая

\_\_\_\_\_ - изоляция воздушного шума перегородки

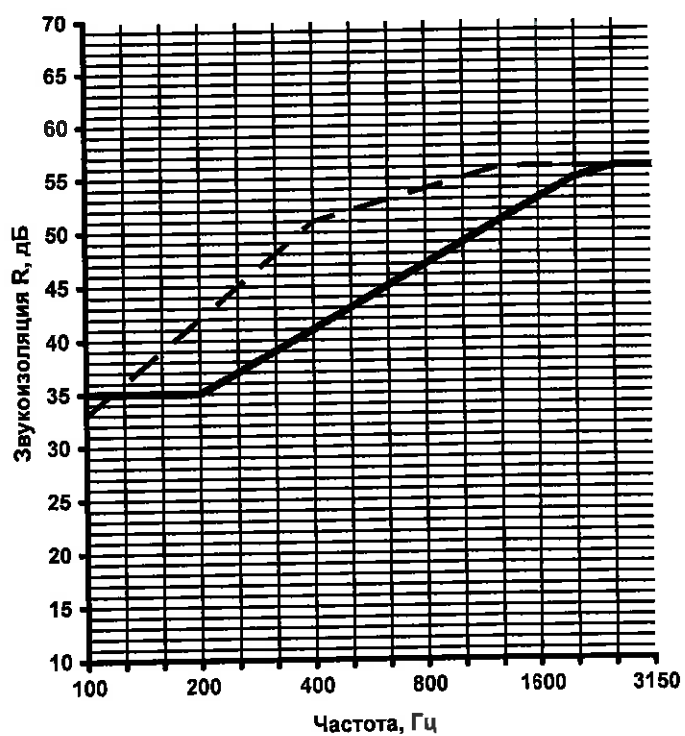
Рис. 1

Звукоизоляция перегородки из крупноформатных керамических блоков  
 Перегородка из блоков Porotherm 20 (с учетом раствора)

Частота, Гц	Звукоизоляция, дБ
100	35
125	35
160	35
200	35
250	37
315	39
400	41
500	43
630	45
800	47
1000	49
1250	51
1600	53
2000	55
2500	56
3150	56

Поверхностная плотность перегородки  
 $m = 196,6 \text{ кг/м}^2$

Индекс изоляции  $R_w = 47 \text{ дБ}$



----- - оценочная кривая

————— - изоляция воздушного шума перегородки

Рис. 2

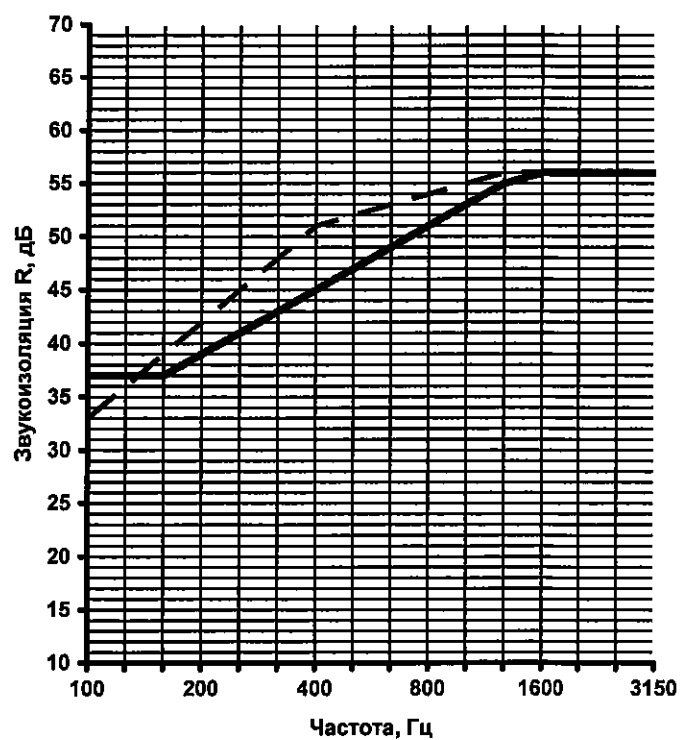
## Звукоизоляция перегородки из крупноформатных керамических блоков

## Перегорodka из блоков Porotherm 20 (с учетом раствора)

Частота, Гц	Звукоизоляция, дБ
100	37
125	37
160	37
200	39
250	41
315	43
400	45
500	47
630	49
800	51
1000	53
1250	55
1600	56
2000	56
2500	56
3150	56

Поверхностная плотность перегородки

$$m = 232,6 \text{ кг/м}^2$$

Индекс изоляции  $R_w = 49$  дБ

----- - оценочная кривая

\_\_\_\_\_ - изоляция воздушного шума перегородки

Рис. 3

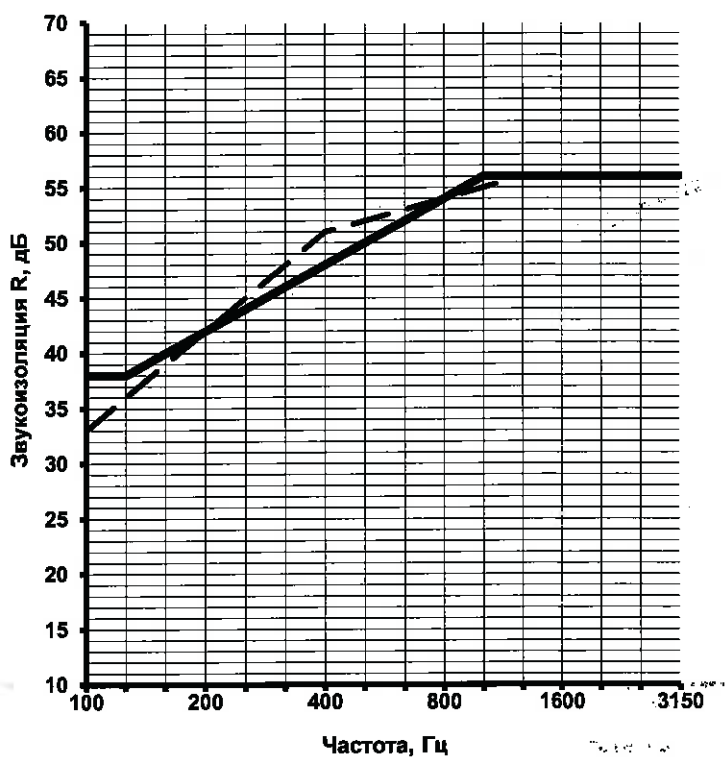
Звукоизоляция перегородки из крупноформатных керамических блоков  
 Перегородка из блоков Porotherm 20, оштукатуренная с 2-х сторон по 20 мм

Частота, Гц	Звукоизоляция, дБ
100	38
125	38
160	40
200	42
250	44
315	46
400	48
500	50
630	52
800	54
1000	56
1250	56
1600	56
2000	56
2500	56
3150	56

Поверхностная плотность перегородки

$$m = 304,3 \text{ кг/м}^2$$

Индекс изоляции  $R_w = 53 \text{ дБ}$



----- - оценочная кривая

\_\_\_\_\_ - изоляция воздушного шума перегородки

Рис. 4