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

УТВЕРЖДАЮ:
Директор НИИСФ РААСН
_____ И.Л.Шубин
«__» _____ 2015г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

по теме: **«Расчет звукоизоляции перегородки из керамического крупноформатного камня Porotherm 38»**

(договор № 31060 (2015) от 02.03.2015 г.)

Зав. лабораторией № 31 _____ М.А.Пороженко

Ответственный исполнитель _____ Н.А.Минаева

Москва
2015 г.

Данная работа выполняется в рамках договора № 31060 от 02 марта 2015г.

Кирпичный завод ООО «Винербергер Кирпич» выпускает крупноформатный керамический камень Porotherm 38. Из блоков толщиной 380 мм можно устраивать внутренние перегородки в жилых зданиях.

В соответствии со Сводом правил СП 51.13330.2011 «Защита от шума» (Актуализированная редакция СНиП 23-03 -2003) внутренние ограждающие конструкции жилых зданий нормируются по индексу изоляции воздушного шума R_w.

Целью данной работы является определение звукоизоляции ограждающих конструкций, выполненных из керамического камня Porotherm 38.

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/м^2 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 «Проектирование звукоизоляции ограждающих конструкций жилых и общественных зданий»). 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 $m_э$ по формуле:

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

Эквивалентная поверхностная плотность $m_э$ определяется по формуле:

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

где m – поверхностная плотность ограждающей конструкции, кг/м^2;

К – 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.

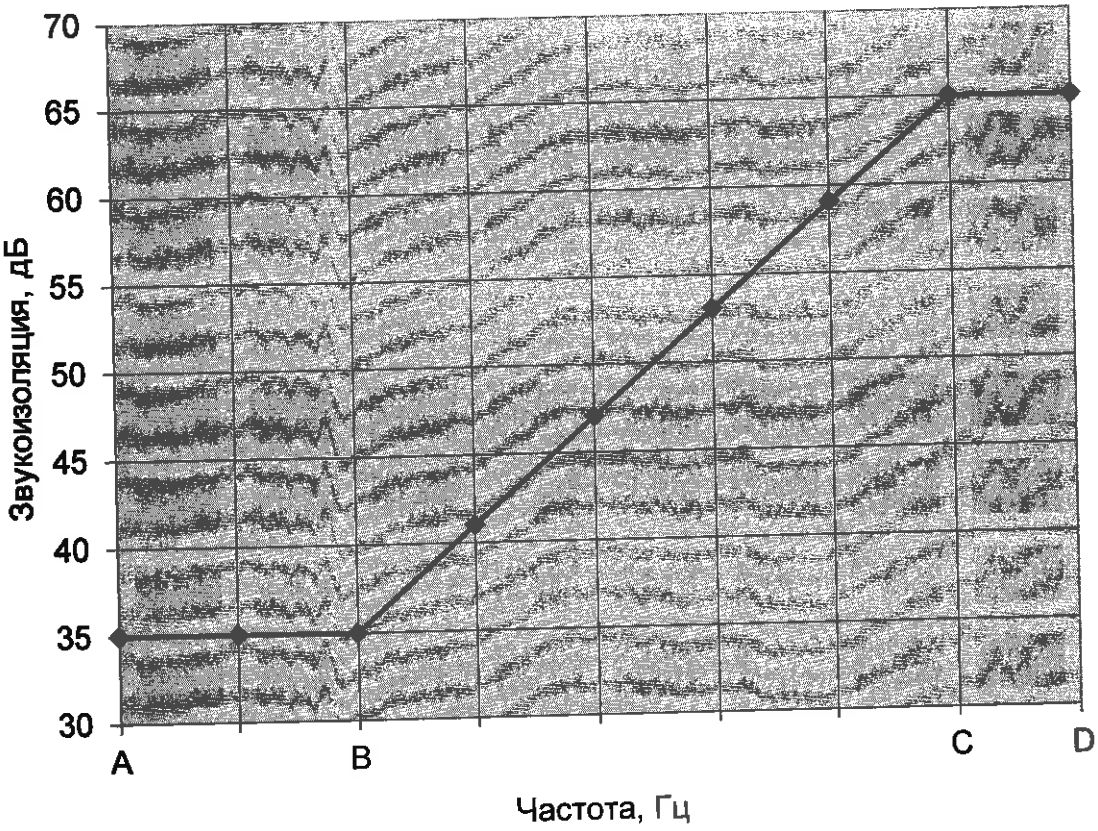


Рис. 1

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»:

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

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

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 $m_э$.

2. Расчет звукоизоляции перегородки из керамических крупноформатных камней Porotherm 38

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

Крупноформатные керамические камни Porotherm 38 имеют размеры 380х250х219мм (ш/д/в)., объемная плотность блоков $\gamma = 745$ кг/м^3.

1) Определение поверхностной плотности перегородки:

Кирпичная кладка плотностью $\gamma = 745$ кг/м^3 и толщиной 380 мм: $m_{кирп} = 745 \times 0{,}38 = 283{,}1$ кг/м^2

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

для керамических блоков К = 1,2

$m_{э\ кирп} = 1{,}2 \times 283{,}1 = 339{,}7$ кг/м^2

3) Определение f_B при плотности перегородки из кирпича $\gamma = 745$ кг/м^3

$f_B = 39000/ 380 = 102 \approx 100$ Гц

4) Определение ординаты точки В

$R_B = 20 \lg m_{э\ кирп} - 12 = 20 \lg 339{,}7 - 12 = 50{,}6 - 12 = 38{,}6 \approx 39$ 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. 1).

Индекс изоляции воздушного шума, рассчитанный по полученной частотной характеристике, составляет **$R_w = 57$ дБ.**

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

$$\mathbf{R_w = 23 \lg m_э - 8 = 23 \lg 339{,}7 - 8 = 50{,}2\ дБ.}$$

Усредненное значение индекса изоляции для перегородки, выполненной из крупноформатных камней Porotherm 38 без штукатурки, составит:

$$\mathbf{R_w = (57 + 50{,}2)/ 2 = 53{,}6 \approx 54\ дБ.}$$

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

Крупноформатные керамические камни Porotherm 38 имеют размеры 380х250х219мм.

В 1 м^3 кладки расходуется 17,3 шт. блоков, в одном квадратном метре кладки раствор цементно-песчаный плотностью $\gamma = 1800$ кг/м^3 составляет 0,053 м^2

1) Определение поверхностной плотности элементов перегородки:

Кирпичная кладка плотностью γ = 745 кг/м^3 и толщиной 380 мм без учета раствора: $m_{кирп} = 745 \times 0{,}38 = 283{,}1$ кг/м^2

Раствор цементно-песчаный толщиной 380 мм: $m_{раст} = 1800 \times 0.38 = 684$ кг/м^2

Кирпичная кладка с раствором: $m_{кирп+раст} = (283{,}1 \times 0{,}947) + (684 \times 0{,}053) = 304{,}4$ кг/м^2

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

для керамических блоков К = 1,2, для цементно-песчаного раствора с γ = 1800 кг/м^3 К = 1

$m_{э\,общ} = (1{,}2 \times 283{,}1 \times 0{,}947) + (1 \times 684 \times 0{,}053) = 358$ кг/м^2

3) Определение f_B при плотности перегородки из кирпича (с учетом раствора) γ = 942 кг/м^3

$f_B = 37000/ 380 = 97 \approx 100$ Гц

4) Определение ординаты точки В

$R_B = 20 \lg m_{э\,общ} - 12 = 20 \lg 358 - 12 = 51{,}1 - 12 = 39{,}1$ 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 = 57 дБ.**

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

$$\mathbf{R_w = 23 \lg m_э - 8 = 23 \lg 358 - 8 = 50{,}7\ дБ.}$$

Усредненное значение индекса изоляции для перегородки, выполненной из крупноформатных камней Porotherm 38 без штукатурки, составит:

$$\mathbf{R_w = (57 + 50{,}7)/ 2 = 53{,}9 \approx 54\ дБ.}$$

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

1) Определение поверхностной плотности элементов перегородки:

Кирпичная кладка плотностью γ = 745 кг/м^3 и толщиной 380 мм без учета раствора: $m_{кирп} = 745 \times 0{,}38 = 283{,}1$ кг/м^2

Раствор цементно-песчаный объемной плотностью γ = 1800 кг/м^3 и толщиной 380 мм: $m_{раст} = 1800 \times 0{,}38 = 684$ кг/м^2

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

Кирпичная кладка с раствором и штукатуркой: $m_{кирп+раст+штукат} = (283,1 \times 0,947) + (684 \times 0,053) + 36 = 340,4$ кг/м^2

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

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

$m_{э\,общ} = (1,2 \times 283,1 \times 0,947) + (1 \times 684 \times 0,053) + (1 \times 36) = 394$ кг/м^2

3) Определение f_B при плотности перегородки из кирпича (с учетом раствора и штукатурки) $\gamma = 1036,7$ кг/м^3

$f_B = 37000/ 380 = 97 \approx 100$ Гц

4) Определение ординаты точки В

$R_B = 20 \lg m_э - 12 = 20 \lg 394 - 12 = 51,9 - 12 = 39,9$ 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 **$R_w = 58$ дБ.**

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

$$\mathbf{R_w = 23 \lg m_э - 8 = 23 \lg 394 - 8 = 51,6\ дБ.}$$

Усредненное значение индекса изоляции для перегородки, выполненной из крупноформатных камней Porotherm 38 без штукатурки, составит:

$$\mathbf{R_w = (58 + 51,6)/ 2 = 54,8 \approx 55\ дБ.}$$

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

1) Определение поверхностной плотности элементов перегородки:

Кирпичная кладка плотностью $\gamma = 745$ кг/м^3 и толщиной 380 мм без учета раствора: $m_{кирп} = 745 \times 0,38 = 283,1$ кг/м^2

Раствор цементно-песчаный объемной плотностью $\gamma = 1800$ кг/м^3 и толщиной 380 мм: $m_{раст} = 1800 \times 0,38 = 684$ кг/м^2

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

Кирпичная кладка с раствором и штукатуркой: $m_{кирп+раст+штукат} = (283,1 \times 0,947) + (684 \times 0,053) + 72 = 376,4$ кг/м^2

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

для керамических блоков К = 1,2, для цементно-песчаного раствора с γ = 1800 кг/м^3 К = 1

$m_{э\,общ}$ = (1,2 x 283,1 x 0,947) + (1 x 684 x 0,053) + (1 x 72) = 430 кг/м^2

3) Определение f_B при плотности перегородки из кирпича (с учетом раствора и штукатурки) γ = 1131,6 кг/м^3

f_B = 35000/ 380 = 92,2 ≈ 100 Гц

4) Определение ординаты точки В

R_B = 20 lg $m_э$ – 12 = 20 lg 430 – 12 = 40,7 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 = 59 дБ.**

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

R_w = 23 lg $m_э$ - 8 = 23 lg 430 - 8 = 52,3 дБ.

Усредненное значение индекса изоляции для перегородки, выполненной из крупноформатных камней Porotherm 38 без штукатурки, составит:

R_w = (59 + 52,3)/ 2 = 55,7 ≈ 56 дБ.

3. Результаты расчетов

Результаты расчетов усредненных индексов звукоизоляции R_w перегородок, выполненных из крупноформатных керамических камней POROTHERM 38 компании Wienerberger приведены в таблице 2.

Таблица 2

Тип камней	Индекс звукоизоляции R_w, дБ			
	Без учета раст-вора	С учетом раствора	Штукатурка 10 мм с каждой стороны	Штукатурка 20 мм с каждой стороны
Porotherm 38 380 мм	**54**	**54**	**55**	**56**

По своим акустическим характеристикам конструкции, выполненные из камней POROTHERM 38 без штукатурки отвечают требованиям СП 51.13330.2011 «Защита от шума» и рекомендуются к применению в качестве внутренних перегородок в жилых и общественных зданиях для помещений с повышенными требованиями к звукоизоляции (между квартирами, между помещениями квартир и офисами, между помещениями квартир и лестничными клетками ($R_{w\ треб.} \geq 52$ дБ); между номерами гостиниц, в том числе имеющих по международной квалификации пять и четыре звезды; перегородки, отделяющие номера от помещений общего пользования ($R_{w\ треб.} \geq 53$ дБ); в детских дошкольных учреждениях перегородки, отделяющие групповые комнаты, спальни от кухонь ($R_{w\ треб.} \geq 52$ дБ))

Перегородки из камней POROTHERM 38, оштукатуренные с 2-х сторон по 10 мм или по 20 мм, можно применять в вышеперечисленных помещениях, а также в качестве перегородок между квартирами и магазинами ($R_{w\ треб.} \geq 55$ дБ); между музыкальными классами средних учебных заведений и отделяющие эти помещения от помещений общего пользования ($R_{w\ треб.} \geq 55$ дБ).

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

Приложение

Звукоизоляция перегородки из крупноформатных керамических блоков

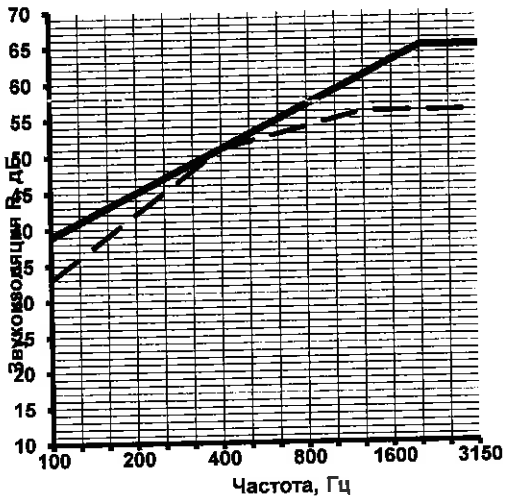
Перегородка из блоков Porotherm 38 (без учета раствора)

Частота, Гц	Звукоизоляция, дБ
100	39
125	41
160	43
200	45
250	47
315	49
400	51
500	53
630	55
800	57
1000	59
1250	61
1600	63
2000	65
2500	65
3150	65

Поверхностная плотность перегородки

$m = 283{,}1$ кг/м^2

Индекс изоляции $R_w = 57$ дБ



- - - - - оценочная кривая

_____ - изоляция воздушного шума перегородки

Рис. 1

Приложение

Звукоизоляция перегородки из крупноформатных керамических блоков

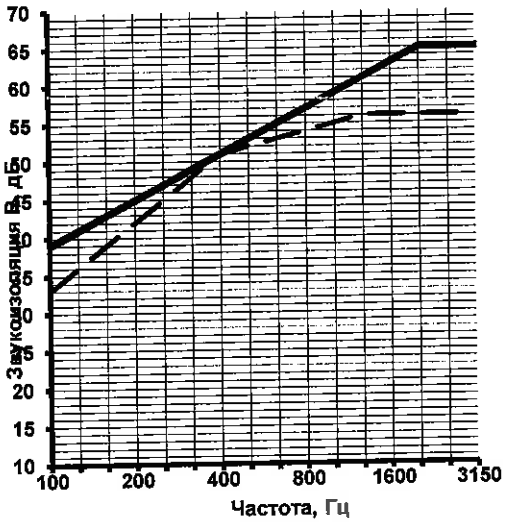
Перегородка из блоков Porotherm 38 (с учетом раствора)

Частота, Гц	Звукоизоляция, дБ
100	39
125	41
160	43
200	45
250	47
315	49
400	51
500	53
630	55
800	57
1000	59
1250	61
1600	63
2000	65
2500	65
3150	65

Поверхностная плотность перегородки

m = 304,4 кг/м^2

Индекс изоляции R_w = 57 дБ



- - - - - оценочная кривая

_____ - изоляция воздушного шума перегородки

Рис. 2

Приложение

Звукоизоляция перегородки из крупноформатных керамических блоков

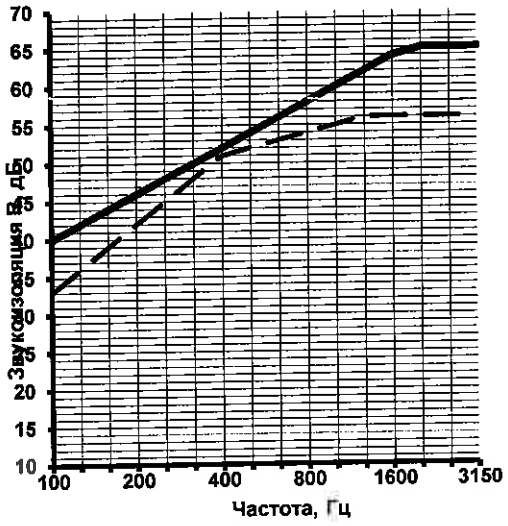
Перегородка из блоков Porotherm 38 (с учетом раствора)

Частота, Гц	Звукоизоляция, дБ
100	40
125	42
160	44
200	46
250	48
315	50
400	52
500	54
630	56
800	58
1000	60
1250	62
1600	64
2000	65
2500	65
3150	65

Поверхностная плотность перегородки

m = 340,4 кг/м^2

Индекс изоляции R_w =58 дБ



- - - - - оценочная кривая

_____ - изоляция воздушного шума перегородки

Рис. 3

Приложение

Звукоизоляция перегородки из крупноформатных керамических блоков

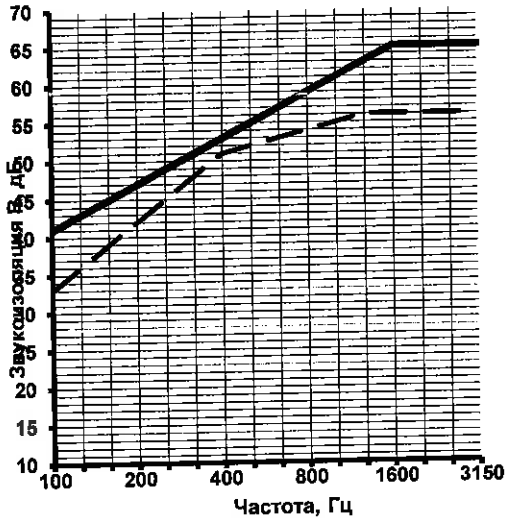
Перегородка из блоков Porotherm 38, оштукатуренная с 2-х сторон по 20 мм

Частота, Гц	Звукоизоляция, дБ
100	41
125	43
160	45
200	47
250	49
315	51
400	53
500	55
630	57
800	59
1000	61
1250	63
1600	65
2000	65
2500	65
3150	65

Поверхностная плотность перегородки

m = 376,4 кг/м^2

Индекс изоляции R_w = 59 дБ



- - - - - оценочная кривая

_____ - изоляция воздушного шума перегородки

Рис. 4