

Центральный научно-исследовательский институт
строительных конструкций имени В.А.Кучеренко
ОАО "НИЦ "Строительство"

ЦНИИСК им.В.А.Кучеренко

ПОСОБИЕ

**ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЭТАЖНОСТИ ЗДАНИЯ
С НЕСУЩИМИ СТЕНАМИ ИЗ
КРУПНОФОРМАТНЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ
ПОРИЗОВАННЫХ КАМНЕЙ ТИПА
POROTHERM**

ПРИМЕР РАСЧЕТА

**двухслойной кирпичной наружной стены
на внецентренное сжатие**

2011г.

**Центральный научно-исследовательский институт
строительных конструкций имени В.А.Кучеренко
ОАО "НИЦ "Строительство"**

ЦНИИСК им.В.А.Кучеренко

ПОСОБИЕ

**ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЭТАЖНОСТИ ЗДАНИЯ С НЕСУЩИМИ
СТЕНАМИ ИЗ КРУПНОФОРМАТНЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ
ПОРИЗОВАННЫХ КАМНЕЙ ТИПА POROTHERM**

ПРИМЕР РАСЧЕТА

**двухслойной кирпичной наружной стены
на внецентренное сжатие**

Москва, 2011г.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в практике строительства появилось много новых строительных материалов. Одним из них являются керамические крупноформатные поризованные камни типа POROTHERM, выпускаемые в России целым рядом заводов.

Основными преимуществами этой продукции являются:

- низкая теплопроводность ($\lambda \cong 0,2$ Вт/м °С);
- долговечность порядка 125 лет;
- экологически чистый материал.

Хорошие теплотехнические показатели позволяют применять его без эффективного утеплителя. Так для Москвы и Московской области стена толщиной 640 мм (POROTHERM-510 + лицевой кирпич толщиной 120 мм) проходит по требованиям СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий». По сравнению с трехслойными стенами с эффективным утеплителем они проще в изготовлении и доступнее менее квалифицированным рабочим.

Стены из керамических камней могут быть несущими и самонесущими. Самонесущие (навесные) стены применяют для каркасных зданий высотой до 75 м.

В 2011г. ЦНИИЭПжилища и ЦНИИСК им.В.А.Кучеренко разработан альбом технических решений навесных стен из камней POROTHERM для климатических условий г. Москвы.

Основными особенностями кладки из крупноформатных камней являются:

- отсутствие вертикальных растворных швов – соединение паз-гребень;
- перевязка – цепная в $\frac{1}{2}$ толщины камня;
- камни изготавливаются на всю ширину стены, за исключением POROTHERM-2.

При использовании камня POROTHERM-2 вертикальные швы раствором заполняются.

Опираие плит перекрытий выполнять на слой раствора толщиной не более 15 мм. Сетки в зоне опирания не устанавливать. Следует также отметить, что армирование кладки из поризованных крупноформатных камней с целью увеличения прочности кладки нецелесообразно (см. СНиП II-22-81* п. 4.30).

Расчет на смятие производить по формуле 18 с введением коэффициента $\xi = 0,8$.

При расчете в формулу 17 вводить $d = 1$.

Расчетное сопротивление кладки принимать по табл. 2 СНиП II-22-81* (актуализированного в 2011г.).

Расчетные сопротивления – R сжатию кладки из крупноформатных керамических камней пустотностью до 48-56% с вертикальным расположением пустот шириной 8-10 мм при высоте ряда кладки 200÷250 мм на тяжелых растворах приведены в табл. 3.

Таблица 3 (табл. 2 СНиП 11-22-81*)

Марка кирпича или камня	Расчетные сопротивления R , МПа, сжатию кладки из кирпича всех видов и керамических камней со щелевидными вертикальными пустотами шириной до 12 мм при высоте ряда кладки 50-150 мм на тяжелых растворах									
	при марке раствора								при марке раствора	
	200	150	100	75	50	25	10	4	0,2	нулевой
300	3,9	3,6	3,3	3,0	2,8	2,5	2,2	1,8	1,7	1,5
250	3,6	3,3	3,0	2,8	2,5	2,2	1,9	1,6	1,5	1,3
200	3,2	3,0	2,7	2,5	2,2	1,8	1,6	1,4	1,3	1,0
150	2,6	2,4	2,2	2,0	1,8	1,5	1,3	1,2	1,0	0,8
125	-	2,2	2,0	1,9	1,7	1,4	1,2	1,1	0,9	0,7
100	-	2,0	1,8	1,7	1,5	1,3	1,0	0,9	0,8	0,6
75	-	-	1,5	1,4	1,3	1,1	0,9	0,7	0,6	0,5
50	-	-	-	1,1	1,0	0,9	0,7	0,6	0,5	0,35
35	-	-	-	0,9	0,8	0,7	0,6	0,45	0,4	0,25

Примечание. Расчетные сопротивления кладки на растворах марок от 4 до 50 следует уменьшать, применяя понижающие коэффициенты: 0,85 – для кладки на жестких цементных растворах (без добавок извести или глины), легких и известковых растворах в возрасте до 3 мес.; 0,9 – для кладки на цементных растворах (без извести или глины) с органическими пластификаторами.

Уменьшать расчетное сопротивление сжатию не требуется для кладки высшего качества - растворный шов выполняется под рамку с выравниванием и уплотнением раствора рейкой. В проекте указывается марка раствора для обычной кладки и для кладки повышенного качества.

Расчетные сопротивления R сжатию кладки из пустотелого керамического кирпича с вертикальными прямоугольными пустотами шириной 12-16 мм и квадратными пустотами сечением 20 x 20 мм, пустотностью до 35% при высоте ряда кладки 77÷100 мм следует принимать по табл. 2 с понижающими коэффициентами:

- на растворе марки 100 и выше – 0,90;
- на растворе марок 75, 50 – 0,80;
- на растворе марок 25, 10 – 0,75;
- на растворах с нулевой прочностью и прочностью до 0,4 МПа (4 кгс/см²) – 0,65;
- при пустотности до 45% – по экспериментальным данным.

Расчетные сопротивления сжатию кладки из крупноформатных камней с вертикальным соединением «паз-гребень» (без заполнения раствором) из

поризованной керамики шириной 250 мм, пустотностью до 56% со щелевидными вертикально расположенными пустотами шириной 8-10 мм при высоте ряда кладки 200-250 мм устанавливаются по экспериментальным данным. При отсутствии таких данных расчетные сопротивления следует принимать по таблице 2 с понижающим коэффициентом 0,75 для кладки на растворе М25; 0,85 – для кладки на растворе М50-М75 и 0,9 – на растворах М100 и выше.

В соответствии с техническим заданием в данном «Пособии» определены высоты здания в зависимости от заданных материалов и пролетов плит перекрытий для простенков шириной 1,0 м. Эти данные сведены в таблицы 1 и 2.

Таблица 1

Количество этажей в здании при кладке на теплом растворе М50 и крупноформатном камне POROTHERM марки 100 ($R = 15 \text{ кгс/см}^2$)

Пролет перекрытия, м	Толщина наружной стены, мм			
	510	440	380	640 (510+120)
6,0	7	6	5	8
7,2	6	5	4	7

Таблица 2

Количество этажей в здании при кладке на цементно-известковом растворе М100 и крупноформатном камне POROTHERM марки 100 ($R = 18 \text{ кгс/см}^2$)

Пролет перекрытия, м	Толщина наружной стены, мм			
	510	440	380	640 (510+120)
6,0	8	7	6	10
7,2	7	6	5	9

Примечание к таблицам.

- Высота этажей – 3 м.
- Ширина простенка – 1,0 м.
- Расстояние между осями смежных проемов – 3 м (Размер проема – 1,7 м · 2).
- Перекрытия – сборные железобетонные пустотелые плиты толщиной 220 мм.
- Плотность кладки из крупноформатных камней – 900 кг/м^3 .
- Плотность кладки лицевого слоя – 1200 кг/м^3 (для стены 640 мм с лицевым слоем).

- Постоянная расчетная нагрузка ~ 500 кг/см².
- Расчетные сопротивления кладки приняты по таблице 2 актуализированного СНиП II-22-81*.
- В каждом конкретном случае при расчете стен с целью определения высоты здания следует выбрать наиболее нагруженный простенок и определить его несущую способность.
- При проектировании следует учесть, что размер простенка не должен быть менее 750 мм. Исключением могут быть 2-3-х этажные здания, где размеры простенков допускаются до 500 мм. При исполнении стен из POROTHERM-2 эти ограничения не вводятся.
- Кладку простенков следует выполнять с использованием половинок камней, изготавливаемых в заводских условиях. Камни и половинки не должны иметь трещин при кладке простенков.
- Запрещается производить кладку столбов из поризованного керамического камня.

ПРИМЕР РАСЧЕТА

двухслойной кирпичной наружной стены на внецентренное сжатие

1. *Материал стены:*

- крупноформатные керамические поризованные камни POROTHERM-510 (завод ООО «Винербергер Кирпич»).
Марка – М100, плотность $\leq 800 \text{ кг/м}^3$, пустотность – 52%.
- кирпич керамический лицевой пустотелый одинарный 250x120x65 мм.
Марка – М100, плотность – 1200 кг/м^3 .
- раствор цементно-известково-песчаный М100.

Район строительства – г. Москва.

Основные расчетные данные:

- высота этажа – 3,0 м;
- высота здания от пола 1-го этажа до верхней отметки парапета – 31 м;
- расстояние между осями смежных проемов – 3,0 м;
- ширина простенка – 1,0 м;
- высота проема – 1,7 м;
- стены – двухслойные, толщиной 640 мм (510 + 120 + шов). Соединение слоев стальными сетками (см. Выводы);
- расстояние между стенами – 6,0 м;
- перекрытия – сборные железобетонные плиты толщиной 220 мм.

2. Расчет.

– Постоянные расчетные нагрузки от веса перекрытия и пола

$$P \approx 500 \text{ кгс/м}^2$$

– полезная расчетная нагрузка

$$q = 150 \times 1,3 = 195 \text{ кгс/м}^2$$

– нагрузки на конструкции покрытия условно принимаем равными нагрузкам на перекрытия

3. Сбор нагрузок

Нагрузка на простенок 1-го этажа.

Вес кладки одного этажа за вычетом оконных проемов

$$P_1 = 900 \times 1,1 \times (3 \times 3 - 2 \times 1,7) \times 0,51 + 1200 \times 1,1 \times (3 \times 3 - 2 \times 1,7) \times 0,13 = 3788,4 \text{ кгс.}$$

где: 900 кг/м^3 – объемный вес кладки из поризованных камней;

1,1 – коэффициент условий работы;

1200 кг/м^3 – объемный вес лицевой кладки.

Нагрузка от одного перекрытия

$$P_2 = (500 + 195) \times 3 \times 3 = 6255 \text{ кгс.}$$

Суммарная нагрузка от 10-ти этажей

$$P = P_1 \times 10 + P_2 \times 10$$

$$P = (P_1 + P_2) \times 10 = (3788,4 + 6255) \times 10 = 100434 \text{ кгс.}$$

Вес парапета

$$P_3 = 1 \times 1,1 \times 1400 \times 3 \times 0,38 = 1755,6 \text{ кгс.}$$

Вес кладки ниже подоконника 1-го этажа (расчетное сечение)

$$P_4 = 900 \times 1,1 \times 3 \times 0,51 \times 0,8 + 1200 \times 1,1 \times 3 \times 0,13 = 1725,76 \text{ кгс.}$$

Считаем $P_3 \cong P_4$, т.е. из общей нагрузки вес парапета можно исключить.

4. Расчет внецентренно сжатого неармированного простенка определяем по формуле 13 СНиП II-22-81* «Каменные и армокаменные конструкции».

$$N \leq m_g \varphi_1 R A_c \omega,$$

где: m_g – коэффициент, учитывающий влияние прогиба сжатых элементов на их несущую при длительно действующей нагрузке;

φ_1 – коэффициент продольного изгиба;

R – расчетное сопротивление кладки сжатию;

A_c – площадь сжатой части сечения;

ω – коэффициент, определяемый по табл. 19*.

Рассчитываем эксцентриситет расчетной силы относительно центра тяжести сечения:

При опирании одного перекрытия весом $P_2 = 6,255$ тс на глубину 0,12 м момент от действия перекрытия будет равен

$$M = 6,255 \times \left(\frac{0,64}{2} - \frac{0,12}{3} \right) = 1,75 \text{ тс м.}$$

Эксцентриситет действия силы будет равен

$$e_o = \frac{1,75}{100,434} = 0,0174 \text{ м.}$$

Площадь сечения сжатой зоны простенка

$$A_c = A \left(1 - \frac{2e_o}{h} \right) = 64 \cdot 100 \left(1 - \frac{2 \cdot 1,74}{64} \right) = 6054,4 \text{ см}^2,$$

где: 100 – ширина простенка в см.

Рассчитываем гибкость несущего слоя простенка для всего сечения и для сжатой части сечения

$$\lambda = \frac{3,0}{0,64} = 4,68; \quad \lambda_c = \frac{3,0}{0,605} = 4,95.$$

Коэффициент продольного изгиба определяем по табл. 18 СНиП II-22-81* для упругой характеристики кладки $\alpha = 750$ (принята в 2011г. по результатам испытаний лабораторией кирпичных, блочных и панельных зданий кладки из поризованных камней, выпускаемых ООО «Винербергер Кирпич»).

$$\varphi = \frac{\varphi + \varphi_c}{2} = \frac{0,98 + 0,97}{2} = 0,975.$$

Коэффициент ω определяем по таблице 19*, п.2

$$\omega = 1,0.$$

Расчетное сопротивление кладки определяем по таблице 2 СНиП II-22-81*.

Для камня М100 на цементно-известковом растворе М100

$$R = 18 \text{ кгс/см}^2.$$

При этих значениях

$$N = 1 \times 0,975 \times 18 \times 6054,4 \times 1 = 106254,72 \text{ кгс} > 100434 \text{ кгс.}$$

Прочность простенка обеспечена.

ВЫВОДЫ

1. Для совместной работы основного слоя с облицовочным необходимо выполнять армирование сетками через 2-3 ряда камней, но не более 460 мм.

Сетки – оцинкованные стальные Кл. В500 (Вр-1), $d = 4$ мм с ячейками 50x50 мм или из коррозионностойкой стали.

Использование базальтопластиковых сеток не рекомендуется (п. 4.25 СНиП).

Как показали исследования (испытания), двухслойные стены, армированные сетками, можно считать за жесткое соединение.

2. В новом актуализированном СНиП II-22-81* к табл. 2 имеется примечания, понижающие расчетное сопротивление, если на данный материал не проводились исследования. В данном случае исследования проводились ЦНИИСК им.В.А.Кучеренко в 2010г.

3. При расчете простенка ветровую нагрузку можно не учитывать, поскольку напряжения в кладке от нее составляют порядка 4% от напряжений внецентренного сжатия.

4. Вертикальный шов между облицовочным и внутренним слоями кладки следует заполнять раствором

Приложение. Техническое задание на 1 стр.

Зав сектором прочности
каменных конструкций
ЦНИИСК им.В.А.Кучеренко

А.М.Горбунов