



НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МОРСКОГО ИНЖЕНЕРНОГО СЕРВИСА

Научно-исследовательский институт морского инженерного сервиса  
(ЗАО «НИИ МИС»)

«Утверждаю»  
Генеральный директор ЗАО «НИИ МИС»

\_\_\_\_\_ Сапрыкин Ю. М.

« 16 » июля 2010 г.

**Рекомендации по использованию продукции ООО «Пятый элемент»**

Калининград  
2010 г.

## СОДЕРЖАНИЕ РЕКОМЕНДАЦИЙ

СОДЕРЖАНИЕ РЕКОМЕНДАЦИЙ.....	2
ВВЕДЕНИЕ.....	3
<b>РАЗДЕЛ I. КЕРАМИЧЕСКИЙ КАМЕНЬ</b> .....	<b>5</b>
1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ .....	5
2. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КЛАДКИ СТЕН .....	6
4. КОНСТРУКЦИИ СТЕН ИЗ ПУСТОТЕЛЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ КАМНЕЙ.....	21
5.ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КЛАДКИ СТЕН ИЗ ПУСТОТЕЛЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ КАМНЕЙ .....	23
6. УКАЗАНИЯ ПО ВОЗВЕДЕНИЮ КЛАДКИ ИЗ ПУСТОТЕЛЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ КАМНЕЙ .....	24
7. ТИПЫ КЛАДОК СТЕН .....	28
8. КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ СТЕН ИЗ КЕРАМИЧЕСКИХ КАМНЕЙ. ....	29
УЗЛЫ ОПИРАНИЯ ПЕРЕКРЫТИЙ НА СТЕНЫ ИЗ КАМНЯ ФОРМАТА 2.1NF .....	37
УЗЛЫ ОПИРАНИЯ ПЕРЕКРЫТИЙ НА СТЕНЫ ИЗ КАМНЯ ФОРМАТОВ 10.7NF.....	43
ВАРИАНТЫ КОНСТРУКЦИЙ ФУНДАМЕНТА ИЗ КАМНЯ ФОРМАТА 10.7 NF .....	46
ПЕРЕВЯЗКА СТЕН .....	49
<b>РАЗДЕЛ II. КЕРАМИЧЕСКИЙ КИРПИЧ</b> .....	<b>54</b>
1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ .....	54
2. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КЛАДКИ СТЕН .....	55
3. РАСЧЕТ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СТЕН ИЗ КЕРАМИЧЕСКИХ КИРПИЧЕЙ .....	60
6. УКАЗАНИЯ ПО ВОЗВЕДЕНИЮ КИРПИЧНОЙ КЛАДКИ .....	72
7. ПЕРЕВЯЗКА СТЕН .....	76
8. КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ СТЕН ИЗ КЕРАМИЧЕСКИХ КИРПИЧЕЙ. ....	85
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 .....	89
<b>РАЗДЕЛ III. ТЕПЛОТЕХНИКА</b> .....	<b>91</b>
МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ НАРУЖНЫХ СТЕН ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ, ВЫПОЛНЕННЫХ ИЗ КЕРАМИЧЕСКИХ СТЕНОВЫХ БЛОКОВ ООО «ПЯТЫЙ ЭЛЕМЕНТ», НА ОСНОВАНИИ РАСЧЕТА ЗДАНИЯ ПО ПОКАЗАТЕЛЮ УДЕЛЬНОГО РАСХОДА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ. ....	91
ПРИМЕР РАСЧЕТОВ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ. ....	106
МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ НАРУЖНЫХ СТЕН, ВЫПОЛНЕННЫХ ИЗ КЕРАМИЧЕСКИХ СТЕНОВЫХ БЛОКОВ ООО «ПЯТЫЙ ЭЛЕМЕНТ», НА ОСНОВАНИИ РАСЧЕТА ЗДАНИЯ ПРИВЕДЕННОМУ СОПРОТИВЛЕНИЮ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ НАРУЖНОЙ СТЕНЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ. ....	114
ПРИМЕР РАСЧЕТА ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ: .....	118

## ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день в современном строительстве используются два основных вида кирпича: керамический и силикатный кирпич. Каждый из этих видов имеет свои преимущества и недостатки.

### **Преимущества керамического кирпича**

- Кирпич является самым древним, созданным человеком строительным материалом.
- Традиционный. Кирпич традиционный строительный материал, используемый для строительства жилых домов по всему миру уже многие века.
- Проверенный временем. История использования кирпича насчитывает не одно тысячелетие. За это время он зарекомендовал себя как идеальный строительный материал для строительства любых зданий и сооружений.
- Экологичный. Кирпич производится из простых экологически чистых компонентов –песка и глины. Дополнительных примесей, как правило, не используется.
- Прочный. Кирпич невероятно прочный материал, по прочности приближается к природному камню. Из полнотелого кирпича можно построить здания высотой до 1000 метров.
- Долговечный. Дома из керамического кирпича построенные века назад до сих пор стоят и пригодны для эксплуатации. Гарантийный срок эксплуатации домов из кирпича составляет 100-150 лет.
- Устойчивый к влиянию агрессивных факторов – огнеупорный, морозоустойчивый, с низким водопоглощением.
- Пустотелый и пустотелый кирпич позволяет построить теплые стены без дополнительных утеплителей.
- Благоприятный микроклимат. Капиллярная система кирпича позволяет осуществлять естественное кондиционирование в доме.
- Низкая цена эксплуатации дома. Кирпичный дом долгое время не требует капитального ремонта;

### **Недостатки керамического кирпича**

- Значительная цена. Кирпич стоит дороже большинства других строительных материалов, из которых можно построить собственный дом.
- Тяжелый. Полнотелый кирпич тяжелее многих других строительных материалов для строительства загородного дома.
- Длительность ведения кирпичной кладки.

### **Керамические камни**

Камень – керамический пустотелый кирпич крупного формата. Представляет новое поколение кирпича, сочетая новейшие технологии производства и традиции кирпичного домостроения. Активно используется в малоэтажном и высокоэтажном строительстве для возведения наружных и внутренних стен. В ассортиментный ряд завода ООО «Пятый элемент» входят пустотелые камни (каменем называется кирпич, превышающий формат 2NF) формата 2,1NF, 3,37 NF и 10,7NF. По сравнению с обычным кирпичом пустотелая керамика имеет два основных преимущества: пустотная структура и крупный формат, - что значительно улучшает теплотехнические и потребительские свойства продукции.

## **Преимущества**

- Пустотелый камень обладает всеми достоинствами традиционного керамического кирпича, а также дополнительными преимуществами
- Сокращается время ведения кладки: из обычного кирпича каменщик выкладывает за смену где-то 3-4 куба кладки, а из крупноформатных блоков до 8 кубов, срок строительства сокращается в среднем на 40%
- Сокращается расход раствора, поскольку растворных швов становится меньше ввиду крупного формата пустотелого кирпича
- Стена становится «теплее» за счет сокращения растворных швов, соответственно, сокращается количество мостиков холода
- Стена становится «теплее» за счет пустотной структуры крупноформатного кирпича (на 20% теплее стены из обычного пустотелого кирпича)
- Сокращаются транспортные расходы ввиду крупного формата камня
- Сокращаются затраты на фундамент за счет легкости крупноформатных блоков (пустотелые кирпичи на 35-47% меньше, чем вес такого же по объему количества кирпичей, что снижает нагрузку на фундамент; экономия средств на фундамент до 60%)
- В эксплуатации дом много дешевле, нежели дом из иных материалов – решение задачи энергосбережения (показатели теплопроводности кладки  $\lambda_0$  варьируются в интервале 0,24-0,33 Вт/м 0С в зависимости от кирпича)
- Экологичность. Используется только природное сырье: кембрийская глина, вода, деревянные опилки.
- Долговечность: керамический кирпич самый долговечный строительный материал, созданный человеком
- Огнестойкость: у керамического кирпича максимальная огнестойкость

## **Отличие силикатного кирпича от керамического**

Большинство застройщиков в возведении жилых домов используют силикатный кирпич.

## **Почему?**

**Экономят!** Обычно при закупках кирпича для постройки дома застройщики в первую очередь обращают внимание на закупочную цену. Стоит разобраться, в чём отличие престижного керамического кирпича от более дешёвого силикатного.

## **Экологичность**

- В доме из керамического кирпича комфортно: зимой — тепло, летом прохладно, в любое время года дышится легко благодаря естественной циркуляции воздуха и даже его очистке (глина уже давно известна как экологически чистый и даже целебный материал).
- В доме из силикатного кирпича всё иначе: стены дышать не умеют, воздух застаивается, становится «тяжёлым», душным. Даже экологически, смесь песка и извести не самый лучший вариант.

## **Незаменимость**

- В условиях повышенной влажности силикатный кирпич разбухает и быстрее разрушается.
- Поэтому фундамент необходимо закладывать только из красного кирпича, который не пропускает влагу, отличается прочностью и морозостойкостью. Только с помощью керамического лицевого кирпича можно придать внешнему виду здания современный эстетический вид и престижность.

## РАЗДЕЛ I. КЕРАМИЧЕСКИЙ КАМЕНЬ

### 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящие рекомендации содержат основные указания по применению, проектированию и возведению стен жилых, общественных и промышленных зданий из пустотелых керамических камней с пустотами пластического прессования, выпускаемых **ООО "Пятый элемент"**.

1.2. Керамические пустотелые камни с пустотами рекомендуется применять для кладки стен жилых домов, общественных и промышленных зданий

- несущих наружных и внутренних;
- самонесущих (заполнение каркасов);

Высоту (этажность) здания рекомендуется определять расчетом несущей способности наружных и внутренних стен с учетом их совместной работы.

1.3. Расчет элементов из пустотелых керамических камней с пустотами производят по предельным состояниям первой и второй группы в соответствии с требованиями СНиП II-22-81\* «Каменные и армокаменные конструкции».

1.4. Применение пустотелых керамических камней с пустотами допускается для наружных стен помещений с влажным режимом при условии нанесения на их внутренние поверхности пароизоляционного покрытия. Применение для стен помещений с мокрым режимом, а также для наружных стен подвалов и цоколей не допускается.

Примечание. Влажностный режим помещений зданий и сооружений принимается по СНиП II-3-79 «Строительная теплотехника».

1.5. При проектировании зданий и проведении расчетов прочности элементов стен из пустотелых керамических камней следует руководствоваться СНиП II-22-81\* «Каменные и армокаменные конструкции». Нормы проектирования", "Пособием по проектированию каменных и армокаменных конструкций" (к СНиП II-22-81\*) ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко Госстроя СССР, М., 1987г. и настоящими рекомендациями, учитывающие особенности работы кладки из пустотелых керамических камней с пустотами.

Теплотехнический расчет стен и их сопротивление воздухопроницанию и паропроницанию выполняется в соответствии с требованиями СНиП II-3-79 "Строительная теплотехника. Нормы проектирования".

## 2. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КЛАДКИ СТЕН

### Керамические пустотелые камни

2.1. Типы, размеры и основные показатели пустотелого керамического камня с пустотами соответствуют ГОСТ 530-2007 "Кирпич и камни керамические. Общие технические условия".

2.2. Камни в зависимости от предела прочности при сжатии по сечению брутто (без вычета площади пустот) подразделяются на марки (табл. 1).

**Таблица 1**

Марка камня	Предел прочности камня при сжатии по сечению брутто, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ), при передаче усилия вдоль пустот	
	средний для пяти образцов	наименьший для отдельного образца
150	15,0 (150)	12,5 (125)
100	10 (100)	7,5 (75)
75	7,5 (75)	5 (50)
50	5,0 (50)	2.5 (25)

2.3. Марка по морозостойкости камня соответствует F50

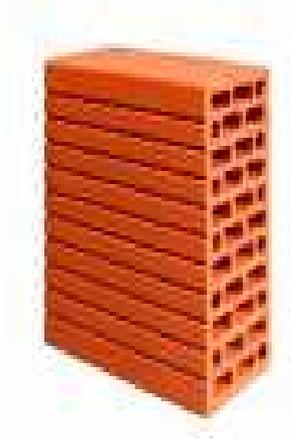
2.4. Характеристики пустотелых керамических камней с пустотами приведены в таблице 2 (сведения предоставлены заводом изготовителем)

Таблица 2

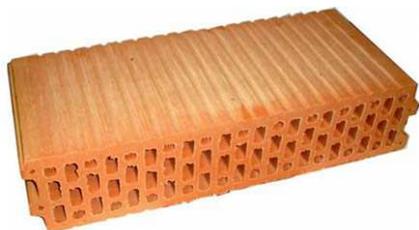


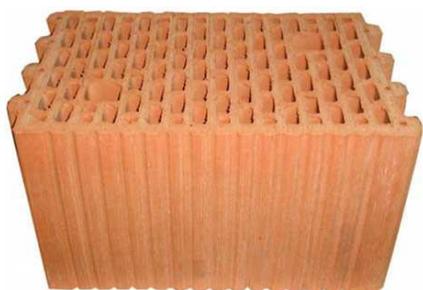
<p>KK 10,7 НФ  (блок крупноформат ный)  380*250*219</p>	Морозостойкость, F	50	<p>Применяется при возведении наружных и внутренних стен, выдерживающих значительные нагрузки.</p>
	Теплопроводность Вт/м, С	0,33	
	Пустотность, %	50	
	Марка по прочности	M35; M50; M75; M100; M125; M150	
	Водопоглощение, %	от 8 до 11	
	Плотность, кг/м.куб.	900-1000	
<p>К 2,1НФ  (блок)  250*120*140</p>	Морозостойкость, F	50	<p>Применяется при возведении наружных и внутренних стен, несущих конструкций зданий и сооружений, при отделочных работах, а также как доборный элемент</p>
	Теплопроводность Вт/м, С	0,24	
	Пустотность, %	42	
	Марка по прочности	M150; M200	
	Водопоглощение, %	от 8 до 11	
	Плотность,	1000-1100	

	кг/м.куб.		для заполнения промежутков между крупногабаритными блоками.
--	-----------	--	---



<p>К 3,37 НФ (тройной кирпич) 250*120*219</p>	Морозостойкость, F	50	<p>Применяется при возведении наружных и внутренних стен, выдерживающих значительные нагрузки, в качестве доборного камня для перевязки углов и формирования оконных и дверных проемов.</p>
	Теплопроводность Вт/м, С	0,24	
	Пустотность, %	41	
	Марка по прочности	M100; M125; M150; M200	
	Водопоглощение, %	от 8 до 11	
	Плотность, кг/м.куб.	100-1100	
<p>К 6.87 НФ (блок перегородочный) 5100*120*219</p>	Морозостойкость, F	50	<p>Применяется при возведении ненесущих внутренних стен и перегородок, как межкомнатных, так и межквартирных. Отличный стеновой материал для сооружения сан. узлов и душевых кабин. Рифленая поверхность блока является идеальной основой для нанесения штукатурного раствора.</p>
	Теплопроводность Вт/м, С	0,32	
	Пустотность, %	41,1	
	Марка по прочности	M50; M100; M125	
	Водопоглощение, %	от 10 до 12	
	Плотность, кг/м.куб.	900-1000	





КК 10,7 НФ  (блок крупноформат ный доборный)  380*250*219	Морозостойкость, F	50	Применяется при возведении наружных и внутренних стен. Правильный выбор для внутренней несущей кладки.
	Теплопроводность Вт/м, С	0,32	
	Пустотность, %	54,5	
	Марка по прочности	M50; M100; M125	
	Водопоглощение, %	от 10 до 12	
	Плотность, кг/м.куб.	930	

2.5. Для облицовки стен из пустотелого керамического камня с пустотами применяют керамический лицевой кирпич полнотелый и пустотелый по ГОСТ 7484-78 "Кирпич и камни керамические лицевые. Технические условия", а также ОТБОРНЫЙ керамический камень по ГОСТ 530-2007 "Кирпич и камни керамические. Общие технические условия."

2.6. Марка лицевого материала по прочности должна быть, как правило, на одну ступень выше марки материала основной кладки.

2.7. При облицовке стен с применением многорядной системы перевязки необходимо соблюдать следующие минимальные требования:

- перевязку лицевого слоя рекомендуется производить сплошными тычковыми рядами;
- при лицевом слое из кирпича толщиной 65 мм при кладке из керамических камней толщиной 140 мм - 2 тычковых ряда на 6 рядов лицевой кладки;
- при облицовке стен керамическими камнями толщиной 140 мм один тычковый ряд на 3 ряда лицевой кладки.

2.8. В целях повышения несущей способности облицовочной кладки допускается ее армирование сетками. При армировании облицовочной кладки сетки следует укладывать по всему сечению стены, включая облицовку.

2.9. В простенках многоэтажных зданий с жестким соединением облицовки и кладки, во всех этажах, где расчетная несущая способность используется на 90% и более, следует предусматривать конструктивное армирование. В швы кладки и облицовки укладывают арматурные сетки из стали диаметром 3 - 4 мм с ячейками не более 140x140 мм в третях высоты простенка, но не реже чем через 1 м.

2.10. В простенках многоэтажных зданий, возводимых при отрицательных температурах, конструктивное армирование кладки с облицовкой применяется во всех этажах, кроме тех, где расчетная несущая способность используется не более чем на 50%. При этом конструктивная арматура укладывается в соответствии с п. 2.9.

2.11. Для облицовки цоколя высшей гидроизоляции рекомендуется применять сплошной лицевой кирпич пластического прессования, плиты из тяжелого цементного бетона и природного камня твердых пород.

2.12. В соответствии с пунктом 1.3\* СНиП II-22-81\* применение керамических крупноформатных камней для стен помещений с мокрым режимом, а также для наружных стен подвалов и цоколей не допускается.

2.13 При использовании крупноформатных камней в помещениях с влажным режимом (влажность воздуха более 60%) необходимо защищать их от воздействия влаги (гидроизоляция, пароизоляция...). В противном случае использовать керамические камни не допускается.

## Растворы для кладки

2.14. Для возведения стен из керамических пустотелых камней с пустотами в зависимости от требуемой прочности кладки следует применять марки растворов по временному сопротивлению сжатию в кг/см<sup>2</sup>: 50, 75, 100, 125, 150. Применение для кладки прочных растворов обуславливается сравнительно большой пустотностью камня и наличием тонких перегородок между пустотами. Раствор в такой кладке напряжен больше, чем в кладке из традиционного кирпича. Растворный шов в этом случае работает не только на сжатие, но и на срез по контуру стенок камня. Повышение прочности раствора более М125 не целесообразно.

2.15. Раствор должен обладать в свежем состоянии подвижностью и водоудерживающей способностью, обеспечивающей возможность получения ровного растворного шва, а в затвердевшем состоянии иметь необходимую прочность и равномерную плотность.

При выборе состава, а также при изготовлении, выдержке и испытании растворов для кладки следует руководствоваться: ГОСТ 28013-98 "Растворы строительные. Общие технические условия", СП 82-101-98 "Приготовление и применение растворов строительных", ГОСТ 5802-86 "Растворы строительные. Методы испытания".

2.16. Консистенция раствора подбирается в зависимости от принятого способа кладки. Выполнение кладки на малоподвижных непластичных растворах не допускается.

2.17. В целях уменьшения заполнения пустот камня раствором и повышения термического сопротивления стен возводимых зданий кладку стен следует выполнять на растворах (погружение стандартного конуса) 70 - 90 мм. При расчете теплопроводности кладки допускается принимать глубину заполнения пустот раствором 7-12 мм (5-8% по объему).

2.18. В целях исключения условий для попадания кладочного раствора в пустоты и создания ровного горизонтального шва без разрывов к крупноформатной пустотелой керамической продукции принято прилагать сетки с ячейками размером 5x5мм, 6 x 6мм, но не более 10x10мм для прокладки в горизонтальных растворных швах.

2.19. Для кладки стен из пустотелых керамических камней при отрицательных температурах должны применяться растворы с химическими противоморозными добавками. При этом необходимо руководствоваться указаниями СНиП II-22-81\*, раздел 7 и "Пособия по проектированию каменных и армокаменных конструкций (к СНиП II-22-81\*)", раздел 8, СНиП 01.03.01-87 "Несущие и ограждающие конструкции", раздел 7.

### 3. РАСЧЕТ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СТЕН ИЗ КЕРАМИЧЕСКИХ ПУСТОТЕЛЫХ КАМНЕЙ

3.1. Для расчёта допустимой этажности здания или выбора необходимой марки камня нужно:

1. Изучить план здания с целью выявления наиболее ослабленных или наиболее загруженных участков несущих конструкций.

2. Необходимо рассчитать участок наружной несущей стены и внутренней несущей стены вблизи проёмов или простенков

3. собрать нагрузки здания на этот участок стены с учётом:

- коэффициентов использования здания
- предполагаемой этажности
- толщины стены (не меньше требуемой по теплотехническому расчёту для рассматриваемого здания) и её веса ×
- коэффициента по надёжности
- веса перекрытия × коэффициент по надёжности
- нагрузки от людей животных и оборудования × коэффициент по нагрузке
- снеговой нагрузки × коэффициент по нагрузке
- ветровой нагрузки × коэффициент от расположения здания
- при многослойной стене - коэффициент использования слоёв

4. Сравнить полученный результат с используемой или предполагаемой маркой камня с таблицей расчётных сопротивлений

Использовать СНиП 2.01.07-85\* НАГРУЗКИ И ВОЗДЕЙСТВИЯ

3.2 Расчетные сопротивления  $R$  сжатию кладки из керамического камня при высоте ряда кладки 200 — 250 мм на тяжелых растворах приведены в табл. 2а\* из СНиП II-22-81\* КАМЕННЫЕ И АРМОКАМЕННЫЕ КОНСТРУКЦИИ

3.3. Рекомендации по выбору марки раствора и камня в зависимости от этажности и толщины стены приведены в таблицах 3, 4, 5, 6.

3.4. По заданным параметрам толщины стены и этажности из таблиц 3 или 4 выбирается напряжение в кладке  $\sigma$ .

Таблица 3

Толщина стены, мм	Напряжение в кладке из керамический камней плотностью 1000 кг/м <sup>3</sup> формата 10.7 NF σ, МПа			
	при этажности			
	5	9	12	16
250	1.38	2.44	-	-
380	0.99	1.76	2.34	-
510	0.79	1.41	1.87	2.48
640	0.73	1.29	1.72	2.28

Таблица 4

Толщина стены, мм	Напряжение в кладке из керамический камней плотностью 1100 кг/м <sup>3</sup> формата 2.1 NF, 3.37 NF σ, МПа			
	при этажности			
	5	9	12	16
250	1.40	2.48	-	-
430	0.89	1.59	2.11	2.80
510	0.83	1.48	1.97	2.62
640	0.73	1.30	1.73	2.30

3.5. По таблице 5 для формата 10.7 NF и 3.37 NF или по таблице 6 для формата 2.1 NF выбираются марки камня и раствора исходя из условия

$$\sigma < R.$$

Таблица 5

Марка камня	Расчетные сопротивления R, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ), сжатию кладки из керамических крупноформатных камней пустотностью 48 - 50 % со щелевидными вертикально расположенными пустотами шириной 8 – 10 мм при высоте ряда кладки 200 - 250 мм на тяжелых растворах									
	при марке раствора								при прочности раствора	
	200	150	100	75	50	25	10	4	0,2	нулевой
<b>Кладка из крупноформатного камня классов средней плотности 0,8 и 1,0 формата 10.7 NF и 3.37 NF</b>										
М125	2,5	2,4	2,3	2,2	2,1	1,9	1,6	1,4	1,3	1,0
М100	2,2	2,1	2,0	1,9	1,8	1,6	1,4	1,2	1,1	0,9
М75	-	-	1,6	1,5	1,4	1,3	1,1	1,0	0,9	0,7

Таблица 6

Марка камня	Расчетные сопротивления R, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ), сжатию кладки из керамических камней со щелевидными вертикальными пустотами шириной до 12 мм при высоте ряда кладки 50 - 150 мм на тяжелых растворах									
	при марке раствора								при прочности раствора	
	200	150	100	75	50	25	10	4	0,2	нулевой
<b>Кладка из керамического камня классов средней плотности 0,8 и 1,0 формата 2.1 NF</b>										
M200	3,2	3,0	2,7	2,5	2,2	1,8	1,6	1,4	1,3	1,0
M150	2,6	2,4	2,2	2,0	1,8	1,5	1,3	1,2	1,0	0,8
M125	-	2,2	2,0	1,9	1,7	1,4	1,2	1,1	0,9	0,7
M100	-	2,0	1,8	1,7	1,5	1,3	1,0	0,9	0,8	0,6

**Примечание** - Сопротивление сжатию 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.

3.6 СНиП II-22-81\* «КАМЕННЫЕ И АРМОКАМЕННЫЕ КОНСТРУКЦИИ» не регламентирует расчетные сопротивления сжатию кладки для керамического камня марки ниже M75, поэтому его не следует применять для строительства зданий более 3-х этажей.

3.7 При проектировании конкретных объектов необходимо выполнять расчеты кладки с учетом конструктивной схемы, высоты, геометрических размеров проемов, их кратности и пролетов.

### 3.8 Пример расчета допустимой этажности здания

3.8.1 Конструктивное обоснование проектирования жилых зданий из керамических изделий ООО «Пятый элемент» с наружными стенами толщиной 510 мм на легком кладочном растворе

3.8.2 Для обоснования допустимой этажности зданий исходя из прочностных характеристик простенка 1-го этажа приняты следующие исходные данные:

- здание 16-этажное с продольными несущими стенами,
- высота этажей - 3 м,
- величина простенка и проемов представлена на рисунках 1.1 и 1.2. В расчете приближенно оценивается влияние горизонтальной ветровой нагрузки.
- Конструкция стены представлена на рис. 1.3

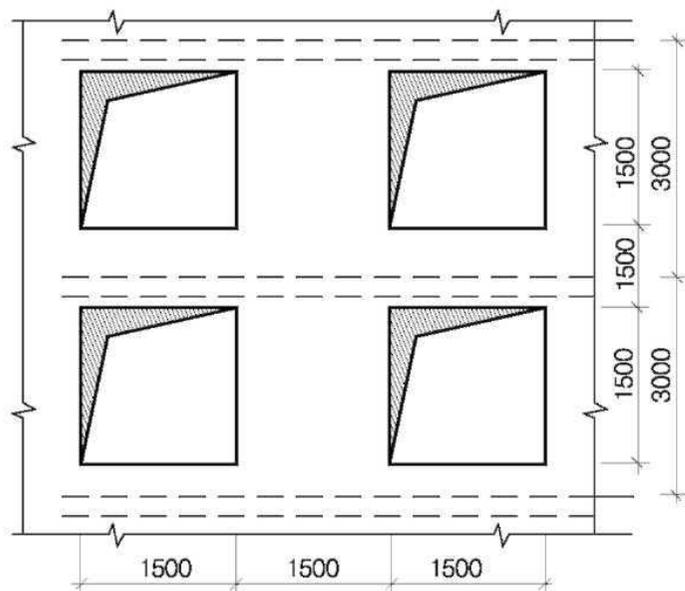


Рис. 1.1. Фрагмент фасада здания

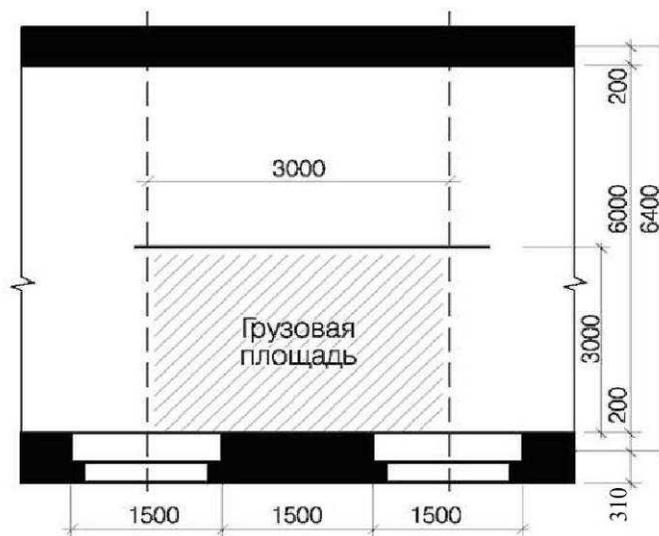


Рис.1.2. Фрагмент плана 1-го этажа

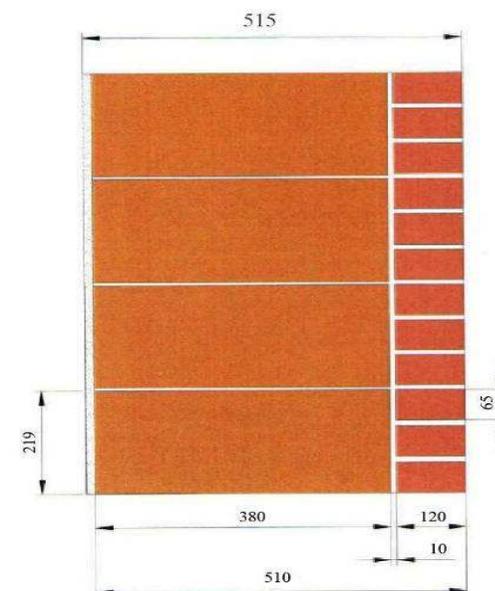


Рис. 1.3 Конструкция стены

### 3.8.3 Расчет нагрузки на простенок от собственного веса кладки

Плотность материалов:

- Камни керамические  $\gamma=1000$  кг/м<sup>3</sup>
- Легкий раствор  $\gamma=800$  кг/м<sup>3</sup>
- Лицевой кирпич  $\gamma=1280$  кг/м<sup>3</sup>

На 1 м<sup>2</sup> стены расходуется:

- Камней керамических 17 шт.
- Лицевого кирпича 50 шт.
- Раствора кладочного легкого 0.06 м<sup>3</sup>
- Штукатурки внутренней 8.4 кг

Нагрузка на 1м<sup>2</sup> стены:

$$G^H = 1 \times (0.380 \times 0.25 \times 0.219) \times 17 + 1.28 \times (0.25 \times 0.12 \times 0.065) \times 50 + 0.8 \times 0.06 + 0.0084 = 0.535 \text{ т/м}^2$$

$$G = G^H \times 1.2 = 0.642 \text{ т/м}^2$$

### 3.8.4 Расчет нагрузок от перекрытий

Сбор нагрузок:

N/N п/п	Наименование нагрузки (расчет)	Нормативная нагрузка, кг/м <sup>3</sup>	Коэффициент перезагрузки	Расчетная нагрузка
	2	3	4	5
1	Сборный пустотелый настил	300	1.1	330
2	Полы	100	1.2	120
3	Перегородки	50	1.2	60
	<b>ИТОГО:</b>	450		510
4	Полезная нагрузка	150	1.3	195

Снижение полезной нагрузки  $\psi_{ni}=0.4+( \psi_{ai}-0.4)/\sqrt{n}$

$$\psi_{ni}=0.4+(1-0.4)/\sqrt{16}=0.55$$

Нагрузка на кирпичный простенок от перекрытий ( $F_{пр}=9 \text{ м}^2$ ):

$$N_{пер}=(0.510 \times 9 + 0.195 \times 0.55 \times 9) \times 16 = 88.9 \text{ т.}$$

3.8.5 Нагрузка на кирпичный простенок от собственного веса стен:

$$F_{гр}=(1.5 \times 1.5 + 1.5 \times 3) \times 16 = 108 \text{ м}^2$$

$$N_{стен}=0.642 \times 108 = 69,34 \text{ т.}$$

3.8.6 Общая нагрузка  $\sum N = 69,348 + 88.9 = 158,24 \text{ т.}$

3.8.7 Напряжения в кладке без учета эксцентрической нагрузки:

$$F = 150 \times 51 = 7650 \text{ см}^2$$

$$\sigma = 15824/7650 = 20,68 \text{ кг/см}^2$$

3.8.8. Эксцентricность нагрузки при большой сжимающей нагрузке дает увеличение напряжения не более 1-2%

3.8.9 Максимально возможное увеличение напряжения от воздействия ветра может достигать 20% от вертикальной нагрузки, тогда напряжение в кладке:

$$\sigma = 20,68 \times 1,2 = 24,82 \text{ кг/см}^2$$

3.8.10 Расчетное сопротивление нагрузке по табл. 2\* СНиП II-22-81\* для кладки из камней керамических марки 125 на растворе марки 200  $R=25 \text{ кг/см}^2$ .

3.8.11 Напряжение в кладке  $\sigma = 24,82 \text{ кг/см}^2 < R = 25 \text{ кг/см}^2$ .

Выводы:

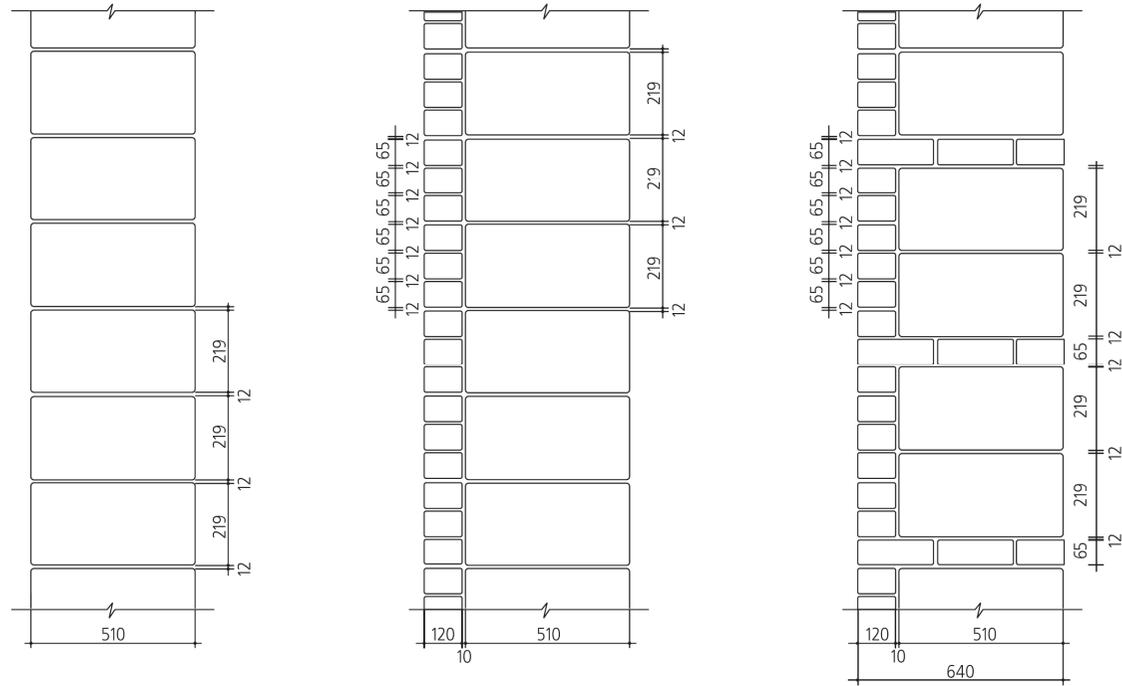
Для кирпичных зданий высотой до 16 этажей включительно применение кладки наружных несущих стен толщиной 510 мм из керамических камней производства **ООО «Пятый элемент»** на легком кладочном растворе допускается.

При проектировании конкретных объектов необходимо выполнять расчеты кладки с учетом конструктивной схемы, высоты, геометрических размеров проемов, их кратности и пролетов.

По результатам расчетов назначается армирование кладки, если необходимо, уменьшение марки кирпича и раствора по высоте здания с целью экономии высокопрочного кирпича и раствора.

#### 4. КОНСТРУКЦИИ СТЕН ИЗ ПУСТОТЕЛЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ КАМНЕЙ

4.1. Стены из пустотелых керамических камней с пустотами по типу кладки могут быть однослойные, двухслойные (с лицевым слоем из кирпича), и кладка с облицовкой и прокладным рядом из кирпича



а) однослойные;

б) с облицовкой кирпичом;

в) с облицовкой и прокладным рядом из кирпича.

Рис.1 Типы стен

- 4.2. При кладке стен с лицевым слоем из кирпича рекомендуется обеспечивать смещение вертикальных швов наружного слоя относительно внутреннего слоя из камней.
- 4.3 Сопряжения наружных и внутренних стен рекомендуется осуществлять перевязкой кладки из камней (наружной стены) и изделий (кирпича, камня) внутренней стены, а также применением металлических анкеров.
- 4.4. В качестве металлических анкеров можно использовать металлические скобы диаметром 4-6 мм, Т-образные анкера из полосовой стали толщиной 4 мм или сварные сетки из арматуры диаметром 4-6 мм. Связи между продольными и поперечными стенами должны быть установлены не менее чем в двух уровнях в пределах одного этажа.
- 4.5. Крепления перегородок к стенам допускается Т-образными анкерами или металлическими скобами, которые укладываются в стену в уровне горизонтальных швов перегородок и стен.
- 4.6. Металлические скобы и анкера должны изготавливаться из нержавеющей или обычной стали с антикоррозийным покрытием.
- 4.8. Крепление облицовки к стенам из пустотелых камней выполняется перевязкой с основной кладкой сплошными тычковыми рядами из кирпича.
- 4.9. Кладка наружных стен из пустотелых камней проводится по цоколю здания, выполненному из морозостойких и влагостойких материалов. Высота цоколя должна быть не менее 500 мм.
- 4.10. Глубина опирания междуэтажных железобетонных плит перекрытий и плит покрытия на стены должна быть не менее 120 мм.
- 4.11 Для уменьшения эксцентриситета нагрузки от плиты перекрытия на стены в местах опирания рекомендуется прокладывать арматурную сетку диаметром 5 мм с размером ячейки 70 x 70 мм.
- 4.12. При кладке стен из пустотелых камней толщина растворных горизонтальных швов принимается не менее 10 мм и не более 15 мм, в среднем 12 мм в пределах высоты этажа.

## 5. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КЛАДКИ СТЕН ИЗ ПУСТОТЕЛЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ КАМНЕЙ

5.1. Наружные стены из пустотелых керамических камней жилых, общественных и производственных зданий с нормируемой температурой внутреннего воздуха должны отвечать требованиям СНиП II-3-79 "Строительная теплотехника. Нормы проектирования" по сопротивлению теплопередачи, паропроницаемости, воздухопроницаемости и теплоустойчивости.

5.2. Требуемые сопротивления наружных стен из пустотелых камней воздухопроницаемости, паропроницаемости и их теплоустойчивость определяется расчетом по СНиП II-3-79, а также территориальными нормами.

5.3. Для снижения воздухопроницаемости наружных стен из пустотелых камней кладку необходимо снаружи выполнять с расшивкой швов, а внутреннюю поверхность стены со штукатурным слоем толщиной 15-20 мм или применять обшивку из плотных материалов.

5.4. Теплозащитные свойства стен из пустотелых камней характеризуются сопротивлением теплопередаче  $R_0$  м<sup>2</sup> °С/Вт. Теплозащитные свойства стен из пустотелых камней, облицованных кирпичом, характеризуются приведенным сопротивлением теплопередаче  $R_0^{пр}$  м<sup>2</sup> °С/Вт

5.5. Приведенное сопротивление теплопередаче наиболее повторяемого участка наружной стены в здании из пустотелых камней в сочетании с лицевым кирпичом и внутренним штукатурным слоем определяется расчетом в зависимости от свойств применяемых материалов (кирпича и раствора).

5.6. Коэффициент паропроницаемости кладки из пустотелого камня, облицованный лицевым кирпичом, составляет  $\mu = 0,123$  мг/(м ч Па).

5.7 Для города Калининграда по СНиП определены следующие сопротивления теплопередачи ограждающих конструкций зданий ( $R_{0тр}$  пр)

- 2.67 м<sup>2</sup>С<sup>0</sup>/Вт для жилых зданий
- 2.9 м<sup>2</sup>С<sup>0</sup>/Вт для лечебно-профилактических и оздоровительных учреждений, детских учреждений, школ и интернатов
- 1.83 м<sup>2</sup>С<sup>0</sup>/Вт для общественных (магазинов залов супермаркетов и др.), административных зданий и учреждений за искл. зданий с влажным и мокрым режимами использования
- 1,42 м<sup>2</sup>С<sup>0</sup>/Вт для промышленных зданий с нормальным режимом использования (при  $t_0=14$ С<sup>0</sup> и продолжительностью отопительного периода 150суток)

\*все Сопротивления (кроме жилых зданий) определены условно исходя из наиболее часто-используемых и строящихся зданий. Однако следует понимать что каждое здание должно быть просчитано на сопротивление теплопередачи отдельно и подобрана или разработана наиболее теплоэффективная ограждающая конструкция.

## 6. УКАЗАНИЯ ПО ВОЗВЕДЕНИЮ КЛАДКИ ИЗ ПУСТОТЕЛЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ КАМНЕЙ

6.1. При возведении зданий из керамических пустотелых камней следует руководствоваться СНиП 3.03.01-87 "Несущие и ограждающие конструкции", раздел 7 "Каменные конструкции" и настоящими рекомендациями.

6.2. При приготовлении и применении строительных растворов следует руководствоваться СП82-101-98 "Приготовление и применение строительных растворов".

6.3. Толщина постельного шва для керамических камней **ООО «Пятый элемент»** основана на модуле высоты 231 мм, применяемом в строительстве, и номинальной высоте камней 219 мм. Постельный шов не должен быть ни слишком тонким, ни слишком толстым, и его толщина должна составлять в среднем 12 мм. Такой толщины достаточно для выравнивания допустимых отклонений в размерах камней. Более толстые или неравномерные постельные швы снижают прочность кладки; кроме того, разная сила деформации в соседних швах разной толщины может создавать места с повышенным натяжением. Раствор нужно наносить так, чтобы весь камень лежал на слое раствора. При кладке находящихся под статическим напряжением стен и перегородок раствор наносится на всю поверхность постельного шва. Стенами под статическим напряжением считаются все несущие внутренние стены из камня толщиной от 250 до 380 мм и наружные стены, которые также выполняют несущую функцию.

6.4. При кладке наружных стен выдвигается важное требование - высокое термическое сопротивление. Этим требованиям соответствуют керамические камни для наружных стен. При кладке применяется обычный известково-цементный раствор, однако его технические тепловые свойства примерно в 5 раз хуже, чем свойства самих керамических камней, поэтому их сочетание в кладке приводит к значительному снижению теплоизоляционных свойств керамических камней .

Негативное воздействие обычного кладочного раствора можно снизить несколькими способами:

- пониженный расход раствора (кирпичи с карманом под раствор) или отказ от его использования на стычных вертикальных швах (кирпичи с соединением в паз и гребень);
- использование прерывного постельного шва (низкий эффект)
- использование лёгкого (теплоизоляционного) кладочного раствора.

Первый способ применяется во всех керамических камнях (их размер ограничен требованием эргономики: вес одного элемента не должен превышать 25 кг);

Эффект прерывного постельного шва (укладки раствора слоями) состоит в том, что «теплопроводный мост», который создаёт в постельном шве обычный раствор, один или два раза прерывается воздушным пространством шириной от 30 до 50 мм. В итоге, эта мера увеличивает термическое сопротивление кладки на 3-5 %, однако в то же время и значительно снижает несущую способность такой кладки. Снижение несущей способности кладки можно рассчитать разделив ширину пустот в прерывном постельном шве на ширину полностью сцементированного постельного шва. Например, при кладке толщиной 380 мм наличие двух пустот шириной 50 мм снижает несущую

способность кладки на 25 %. По этой причине прерывные постельные швы нельзя использовать произвольно, а только там, где такая возможность доказана статическим расчётом.

Описанный недостаток устраняется при помощи так называемого лёгкого раствора, который не только имеет такую же прочность на сжатие, как обычный раствор, но и отличается отличными теплоизоляционными свойствами, которые почти полностью устраняют «теплопроводные мосты» в постельных и вертикальных швах.

Лёгкие растворы дороже обычных, а потому самое разумное решение - сочетать лёгкие растворы с керамическими камнями 10.7 NF. Лёгкие растворы производятся в виде сухой смеси и обладают значительно более высокой скрепляющей способностью, чем обычные растворы.

6.5. В зависимости от типа вертикальных швов кирпичная кладка бывает:

- кладка с видимыми (полностью) скреплёнными раствором вертикальными швами;
- кладка без видимых скреплённых раствором вертикальных швов.

Традиционная кладка с видимыми скреплёнными раствором вертикальными стычными швами используется для наружных и внутренних несущих и ненесущих стен, к которым не предъявляются высокие требования по термическому сопротивлению. Т. к. в таких случаях чаще всего используются элементы небольшого формата, расход раствора и рабочего времени по сравнению с современными керамическими камнями очень высок.

Новые виды кладки без видимых скреплённых раствором вертикальных швов можно использовать для возведения наружных теплоизоляционных стен в один ряд. Керамические камни, разработанные специально для этого типа кладки, в горизонтальном направлении укладываются впритык, а потому никаких вертикальных швов нет.

Шов между керамическими камнями может быть двух видов:

- прямой, с заполненным раствором карманом в толще кладки;
- штрабной шов без раствора, с максимальной экономией кладочного раствора и рабочего времени.

6.6. Одна из важнейших статических характеристик кладки - это её перевязка. При возведении стены или опор ряды камни должны быть перевязаны так, чтобы стена или опора вели себя как один конструктивный элемент. Для правильной перевязки кладки вертикальные швы между отдельными камнями в двух соседних рядах должны быть сдвинуты не менее чем на  $0,4 \times h$ , где  $h$  - номинальная высота камня. Для керамических камней высотой 219 мм минимальный шаг перевязки составляет 88 мм. Рекомендованный горизонтальный модуль здания 250 x 250 мм обеспечивает для камней шаг перевязки 125 мм.

6.5. Технология кладки

Следование нижеприведённым правилам обеспечит оптимальные результаты использования керамических камней.

### Подготовка к укладке первого ряда камня:

Фундамент стены должен быть ровным. Поэтому при выявлении уклона фундамента или поверхности перекрытия выровняйте его раствором, начиная от самого высокого места поверхности основания.

Если необходимо произвести горизонтальную изоляцию от влаги, на затвердевший раствор положите слой изоляционного материала. Изоляционный материал должен быть хотя бы на 150 мм шире, чем предполагаемая толщина стены.



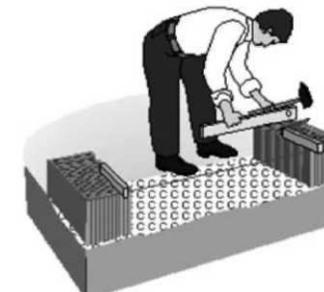
Для проверки вертикального и горизонтального модуля кладки подготовьте прямую оструганную рейку с насечками через каждые 125 мм. Длина рейки должна отвечать запроектированной высоте готовой стены (кратное 231 мм).

### Кладка стен:

Сначала уложите камни в углах стен. При этом обратите особое внимание на правильное расположение кармана для раствора или системы пазов и гребней с боков камня. Угловые камни соедините шнуром-причалкой с наружной стороны кладки.

Нанесите раствор постельного шва по всей ширине основания стены.

Укладывайте в свежий раствор камень за камнем впритык вдоль шнура (перевязка в паз и гребень обеспечивает правильную укладку камней). Положение камней проверяйте по уровню и рейке и поправляйте с помощью резинового молотка. Керамические камни не должны выступать за фундамент или перекрытие более чем на 25 мм!



Раствор постельного шва наносится по всей поверхности до наружных граней стены, но не должен выступать наружу, поэтому лишний раствор, вытекающий из постельного шва, убирается с помощью лопатки.

При использовании керамических камней завода **ООО «Пятый элемент»** на вертикальные швы раствор не наносится вообще.

Перед нанесением раствора постельных швов под следующий ряд камня намочите верхнюю поверхность камней последнего выложенного ряда. Консистенция кладочного раствора должна быть такой, чтобы раствор **не затекал** в вертикальные отверстия камней!

Укладывайте следующие ряды описанным выше способом так, чтобы расстояние между вертикальными швами соседних рядов вдоль стены равнялось 125 мм (см. раздел 7.4 Перевязка кладки).

Не забывайте проверять высоту рядов кладки с помощью рейки и их вертикальность с помощью уровня или отвеса. Рекомендуем также время от времени проверять правильность натяжения шнура.



Для перевязки кладки острых и тупых углов камни необходимо пилить. Распилку можно осуществлять либо на настольных циркулярных пилах, либо с помощью ручных электропил.

#### **Кладка перегородок:**

Сначала при необходимости выровняйте пол раствором. Для кладки используйте качественный пластичный известково-цементный раствор. Под первый ряд камней в перегородке необходимо нанести слой раствора толщиной не менее 10мм. Начиная со второго ряда, укладывайте камни со швом примерно 12 мм

Остальные принципы кладки, т. е. укладка камней, их выравнивание по горизонтали и вертикали, нанесение раствора такие же, как и при кладке стен.



При соединении несущей перегородки из камней 6.87NF с периметральной стеной нанесите раствор на боковую сторону камня и прижмите камень этой стороной к периметральной стене. Через ряд нужно перевязывать шов несущей перегородки с периметральной стеной. Если предъявляются повышенные требования к звукопоглощающим свойствам кладки, то необходимо особо тщательно наносить раствор в швы между камнями.



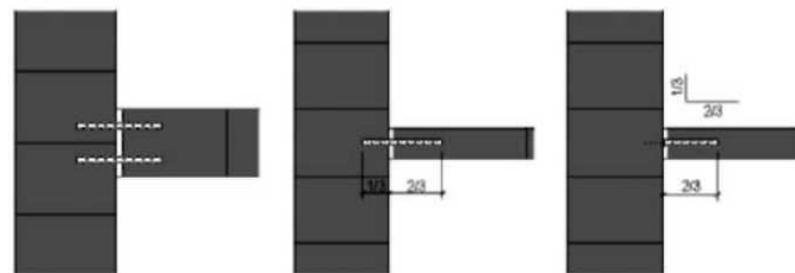
При соединении перегородки с несущей стеной на торцевые камни нанесите раствор на боковую сторону, уложите камень и прижмите его бок с нанесённым раствором к несущей стене. При таком типе стыка необходимо укреплять каждый второй постельный шов с помощью плоского анкера из нержавеющей. Согнутую под прямым углом горизонтальную часть анкера нужно вдавить в раствор постельного шва, а вертикальную часть -прикрутить с помощью шурупа и дюбеля к несущей стене.

Плоские анкера из нержавеющей стали можно также крепить к стене непосредственно при её возведении, вмонтировав их в постельные швы в месте будущего присоединения перегородки.

Дверные коробки выровняйте с помощью клинчатых камней и зафиксируйте диагональными рейками. Перегородки присоединяются к коробкам с помощью раствора или изоляционной пены. Над коробкой вместо перемычки на слой раствора горизонтального шва можно положить два прута ребристой бетонной арматуры диаметром не более 8 мм с нахлёстом около 500 мм по обеим сторонам коробки.

Пространство между последним рядом перегородки и потолком заполните раствором. Если пролёт перекрытия превышает 3,5 м, заполните это пространство сжимаемым материалом из-за возможного движения перекрытия.

Углы перегородок соединяются так же, как и у других стен. Выступающие в углах или проёмах гребни отбейте мастерком, а пазы заполните раствором.



## 7. ТИПЫ КЛАДОК СТЕН

7.1. Пустотелые пустотелые керамические камни как материал обладающий повышенным сопротивлением теплопередаче, следует использовать в первую очередь для кладки наружных стен отапливаемых зданий (жилых, общественных). Конструкция наружных стен сплошной кладки принимается однослойной или двухслойной (с облицовкой).

7.2. При разработке типов кладок стен из пустотелых керамических камней принята система перевязки однорядная или многорядная.

7.3. Внутренние межквартирные несущие стены следует выполнять из керамического кирпича с пустотностью не более 25% (из условия перевязки и совместной работы с наружной стеной). Общая толщина стены с двухсторонней штукатуркой - 270 мм.

7.4. Внутренние несущие стены из пустотелых камней по условиям звукоизоляции при соответствующем экономическом обосновании могут применяться толщиной 510 - 380 мм с двухсторонней штукатуркой.

7.5 Типы кладок стен и конструктивные решения стен из керамических камней смотри в следующей главе № 8

## 8. КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ СТЕН ИЗ КЕРАМИЧЕСКИХ КАМНЕЙ.

### 8.1. Конструкция стены наружной толщиной 64 см из керамического камня с облицовкой лицевым кирпичом $R= 2.45 \text{ м}^2\text{С}^0/\text{Вт}$ .

#### Стеновая конструкция:

- Кирпич лицевой (250x120x65)
- Камень керамический 2.1NF (250x120x140)
- Раствор стандартный
- Штукатурка внутренняя

#### Область применения:

- многоэтажное строительство (до 16 этажей)

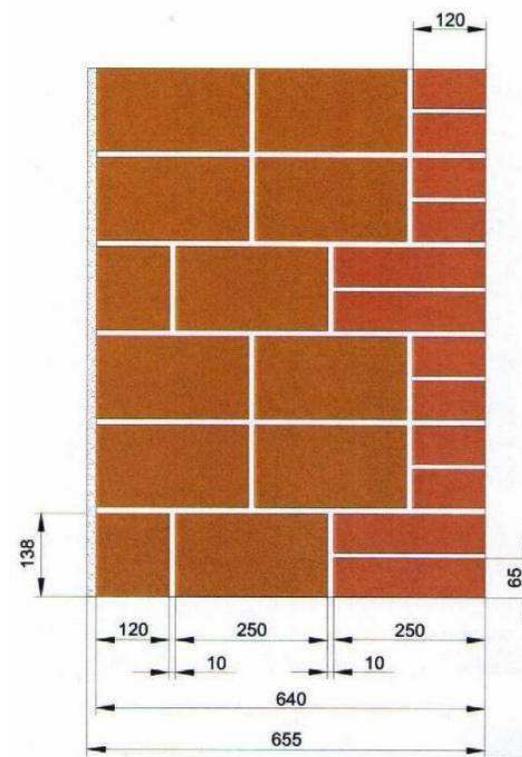
#### Тип здания:

- каркасно-монолитный (самонесущая стена),
- кирпичный (несущая стена)

#### Основные преимущества конструкции:

- повышенные теплотехнические свойства,
- высокая шумоизоляция,
- точность размеров камня 2.1NF,
- скорость возведения,
- экологичность,
- долговечность конструкции,
- несущая конструкция,
- отсутствие ограничений по пластике фасада,
- лёгкость перевязки с внутренними стенами,
- широкая цветовая гамма лицевого кирпича.

№ п/п	наименование	ед.изм.	кол-во
1	кирпич лицевой	шт.	64
2	камень 2.1NF	шт.	96
3	раствор	куб.м.	0,12
4	штукатурка внутр.	кг.	8,4



**8.2. Конструкция стены наружной толщиной 43 см из пустотелого камня с облицовкой лицевым кирпичом и прослойкой из полистирола  $R= 3.07 \text{ м}^2\text{С}^0/\text{Вт}$ .**

<b>Расчет расхода материалов 1 кв.м.</b>			
<b>№ п/п</b>	<b>наименование</b>	<b>ед.изм.</b>	<b>кол-во</b>
1	кирпич лицевой	шт.	64
2	камень	шт.	56
3	раствор	куб.м.	0,06
4	пенополистерол	куб.м.	0,06
5	анкера	шт.	6
6	штукатурка внутр.	кг.	8,4

**Стеновая конструкция:**

- Кирпич лицевой (250x120x65)
- Камень керамический 2.1NF (250x120x140)
- Раствор стандартный
- Штукатурка внутренняя
- Полистирол, мин.вата, перлит

**Область применения:**

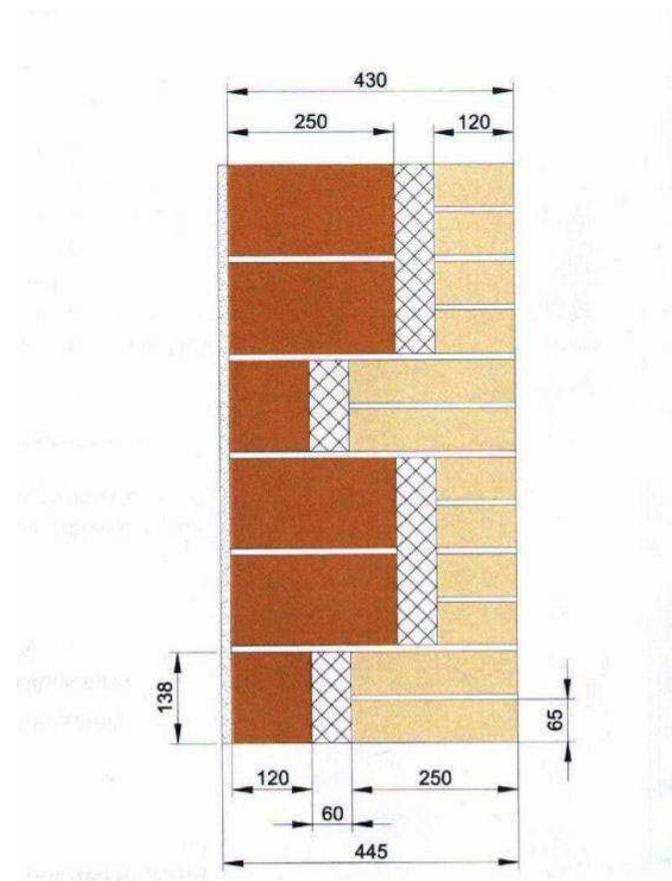
- высотное строительство
- многоэтажное строительство

**Тип здания:**

- монолитно-кирпичный (самонесущая стена)

**Основные преимущества конструкции:**

- повышенные теплотехнические свойства,
- высокая шумоизоляция по сравнению с газобетоном,
- кирпичный фасад,
- лёгкость конструкции,
- широкая цветовая гамма лицевого кирпича,



### 8.3. Конструкция стены наружной толщиной 64 см из камня пустотелого с облицовкой утолщенным кирпичом $R=2,78 \text{ м}^2\text{С}^0/\text{Вт}$ .

#### Стеновая конструкция:

- Кирпич лицевой (250x120x88)
- Камень керамический 2.1NF (250x120x140)
- Раствор стандартный
- Штукатурка внутренняя
- Сетка

#### Область применения:

- малоэтажное строительство
- многоэтажное строительство
- высотное строительство

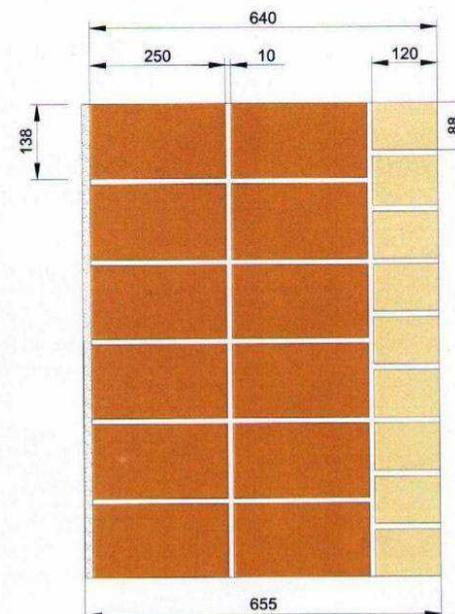
#### Тип здания:

- монолитно-кирпичный (самонесущая стена),
- кирпичный (несущая стена)

#### Основные преимущества конструкции:

- повышенные теплотехнические свойства,
- высокая шумоизоляция,
- точность размеров камня 2.1NF,
- скорость возведения,
- экологичность,
- долговечность конструкции,
- несущая конструкция,
- отсутствие ограничений по пластике фасада,
- лёгкость перевязки с внутренними стенами,
- широкая цветовая гамма лицевого кирпича.

<i>Расчет расхода материалов 1 кв.м.</i>			
№ п/п	наименование	ед.изм.	кол-во
1	кирпич лицевой	шт.	39
2	камень 2.1NF	шт.	104
3	раствор	куб.м.	0,14
4	штукатурка внутр.	кг.	8,4
5	сетка кладочная (через 3 ряда)	м.п.	1,2



#### 8.4. Конструкция стены наружной толщиной 51 см из пустотелого камня с наружной штукатуркой $R= 2,50 \text{ м}^2\text{С}^0/\text{Вт}$ .

##### Стеновая конструкция:

- Камень керамический 2.1NF (250x120x140)
- Раствор стандартный
- Штукатурка наружная
- Штукатурка внутренняя

##### Область применения:

- малоэтажное строительство
- многоэтажное строительство
- среднеэтажное строительство
- высотное строительство

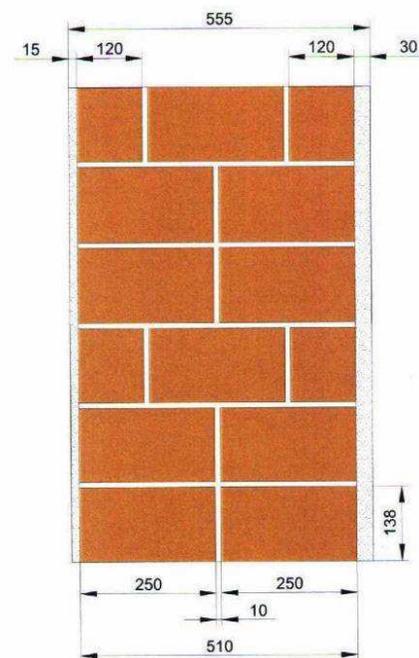
##### Тип здания:

- монолитно-кирпичный (самонесущая стена, безармированная),
- кирпичный (несущая стена)

##### Основные преимущества конструкции:

- уникальные теплотехнические свойства,
- высокая шумоизоляция,
- точность размеров камня 2.1NF,
- скорость возведения,
- экологичность,
- долговечность конструкции,
- несущая конструкция,
- отсутствие ограничений по пластике фасада,
- лёгкость перевязки с внутренними стенами,
- применение для реконструкции зданий.

<i>Расчет расхода материалов 1 кв.м.</i>			
№ п/п	наименование	ед.изм.	кол-во
1	камень 2.1NF	шт.	102
2	раствор	куб.м.	0,09
3	штукатурка внутр.	кг.	8,4
4	штукатурка наружн.	кг.	50



### 8.5. Конструкция стены наружной толщиной 64 см из пустотелого камня с наружной штукатуркой R= 3,04 м<sup>2</sup>С<sup>0</sup>/Вт.

#### Стеновая конструкция:

- Камень керамический 2.1NF (250x120x138)
- Раствор стандартный
- Штукатурка наружная
- Штукатурка внутренняя

#### Область применения:

- малоэтажное строительство
- многоэтажное строительство
- среднеэтажное строительство
- высотное строительство

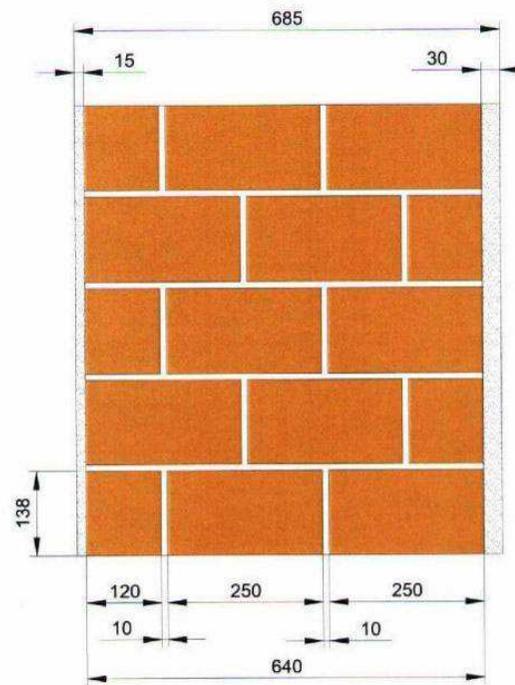
#### Тип здания:

- монолитно-кирпичный (самонесущая стена, безармированная),
- кирпичный (несущая стена).

#### Основные преимущества конструкции:

- уникальные теплотехнические свойства,
- высокая шумоизоляция,
- точность размеров камня 2.1NF,
- скорость возведения,
- экологичность,
- долговечность конструкции,
- несущая конструкция,
- отсутствие ограничений по пластике фасада,
- лёгкость перевязки с внутренними стенами,
- применение для реконструкции зданий.

<b>Расчет расхода материалов 1 кв.м.</b>			
№ п/п	наименование	ед.изм.	кол-во
1	камень 2.1NF	шт.	124
2	раствор	куб.м.	0,13
3	штукатурка внутр.	кг.	8,4
4	штукатурка наружн.	кг.	50



## 8.6. Конструкция стены наружной толщиной 38 см из крупноформатного камня с наружной штукатуркой $R=1,54 \text{ м}^2\text{С}^0/\text{Вт}$ .

### Стеновая конструкция:

- Штукатурка наружная,
- Камень крупноформатный 10,7NF (380x250x219)
- Раствор стандартный
- Штукатурка внутренняя

### Область применения:

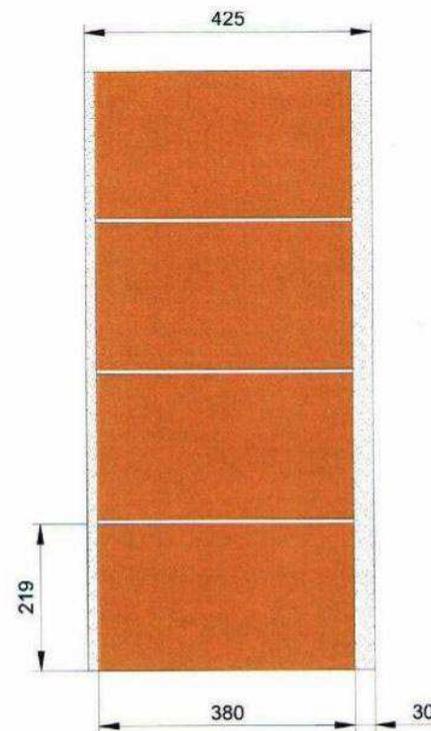
- малоэтажное (коттеджное) строительство

### Тип здания:

- кирпичный

### Основные преимущества конструкции:

- экономия трудозатрат,
- скорость возведения,
- экологичность,
- долговечность конструкции,
- малый вес стеновой конструкции,
- однородность конструкции,
- экономия раствора.



<b>Расчет расхода материалов 1 кв.м.</b>			
<b>№ п/п</b>	<b>наименование</b>	<b>ед.изм.</b>	<b>кол-во</b>
1	камень 10,7NF	шт.	17
2	раствор	куб.м.	0,05
3	штукатурка наружн.	кг.	50
4	штукатурка внутр.	кг.	8,4

**8.7. Конструкция стены наружной толщиной 51 см из крупноформатного камня с облицовкой лицевым кирпичом R= 1,67 м<sup>2</sup>С<sup>0</sup>/Вт.**

**Стеновая конструкция:**

- Кирпич лицевой (250x120x65)
- Камень крупноформатный 10,7NF (380x250x219)
- Раствор стандартный
- Штукатурка внутренняя

**Область применения:**

- малоэтажное (коттеджное) строительство
- многоэтажное строительство
- высотное строительство

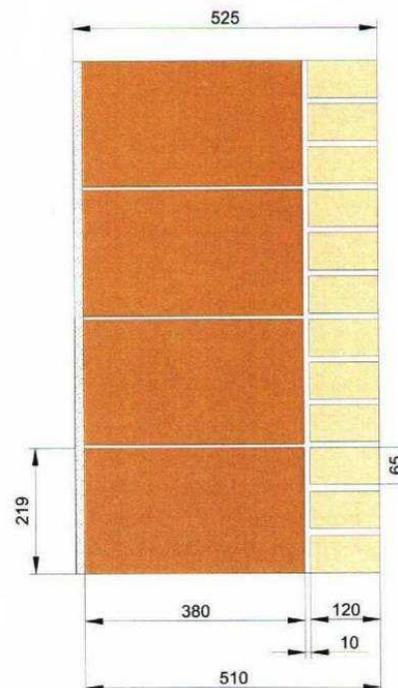
**Тип здания:**

- монолитно-кирпичный (самонесущая стена),
- кирпичный (несущая стена)

**Основные преимущества конструкции:**

- повышенные теплотехнические свойства,
- высокая шумоизоляция,
- экономия трудозатрат,
- скорость возведения,
- экологичность,
- долговечность конструкции,
- малый вес стеновой конструкции,
- однородность конструкции,
- широкая цветовая гамма лицевого кирпича,
- экономия раствора.

<b>Расчет расхода материалов 1 кв.м.</b>			
<b>№ п/п</b>	<b>наименование</b>	<b>ед.изм.</b>	<b>кол-во</b>
1	кирпич лицевой	шт.	50
2	камень 10,7NF	шт.	17
3	раствор	куб.м.	0,06
4	сетка кладочная	м.п.	4,28
5	анкера	шт.	6
6	штукатурка внутр.	кг.	8,4



## 8.8. Конструкция стены наружной толщиной 46 см из крупноформатного камня с утеплителем $R= 2,95 \text{ m}^2\text{C}^0/\text{Вт}$ .

### Стеновая конструкция:

- Камень крупноформатный 10,7NF (380x250x219)
- Раствор стандартный
- Штукатурка внутренняя

### Область применения:

- малоэтажное (коттеджное) строительство
- многоэтажное строительство
- высотное строительство

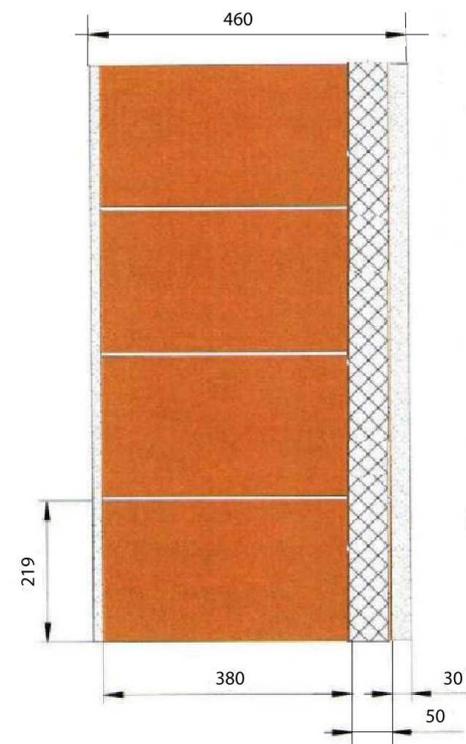
### Тип здания:

- монолитно-кирпичный (самонесущая стена),
- кирпичный (несущая стена)

### Основные преимущества конструкции:

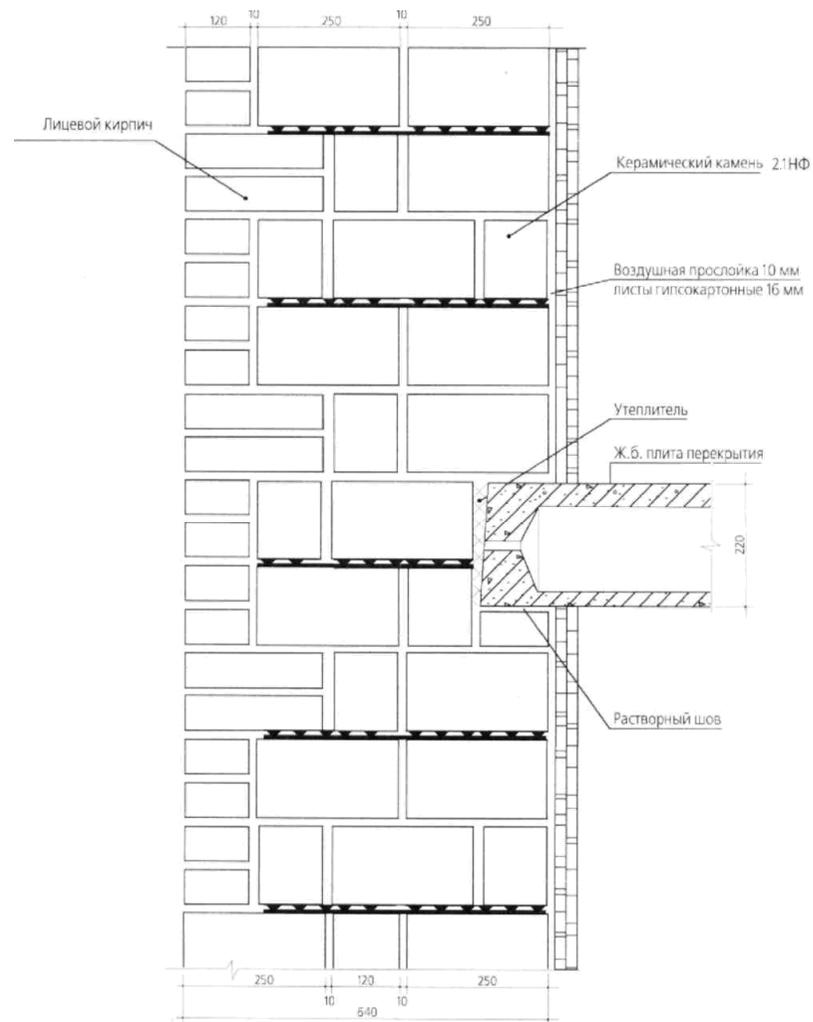
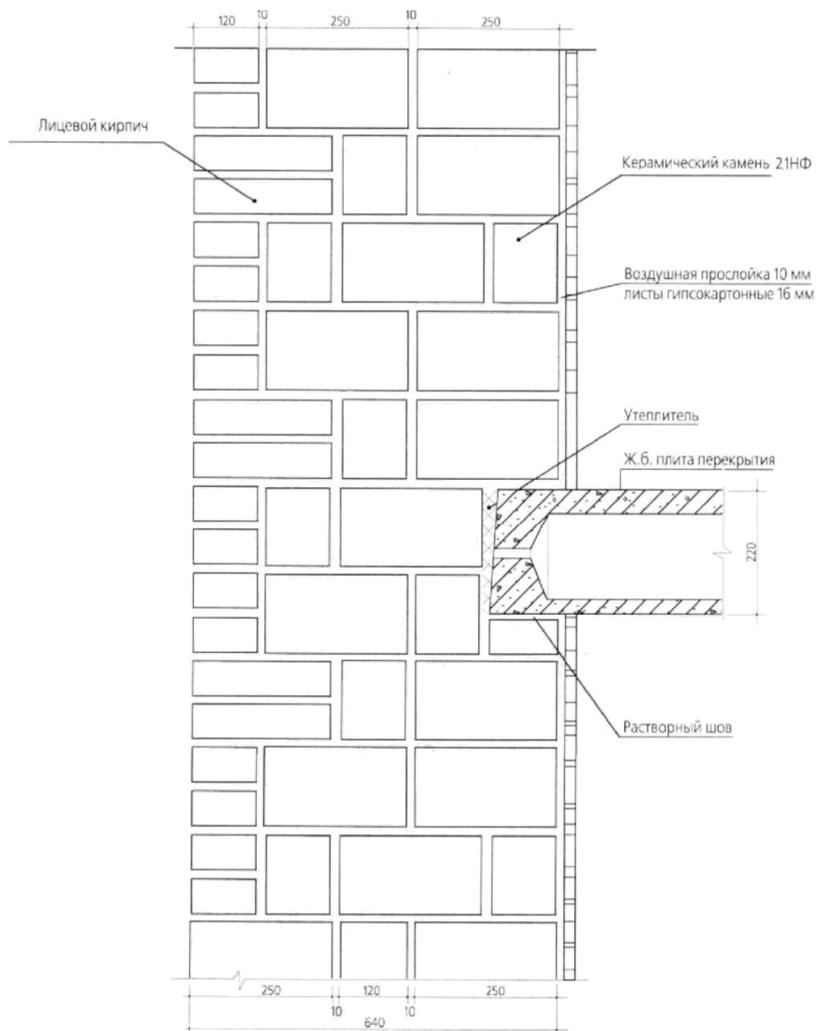
- повышенные теплотехнические свойства,
- высокая шумоизоляция,
- экономия трудозатрат,
- скорость возведения,
- экологичность,
- долговечность конструкции,
- малый вес стеновой конструкции,
- однородность конструкции,
- экономия раствора.

<b>Расчет расхода материалов 1 кв.м.</b>			
<b>№ п/п</b>	<b>наименование</b>	<b>ед.изм.</b>	<b>кол-во</b>
1	штукатурка наружн.	шт.	50
2	камень 10,7NF	шт.	17
3	раствор	куб.м.	0,06
4	сетка кладочная	м.п.	4,28
5	анкера	шт.	6
6	штукатурка внутр.	кг.	8,4
7	пенополистерол	куб.м.	0,06

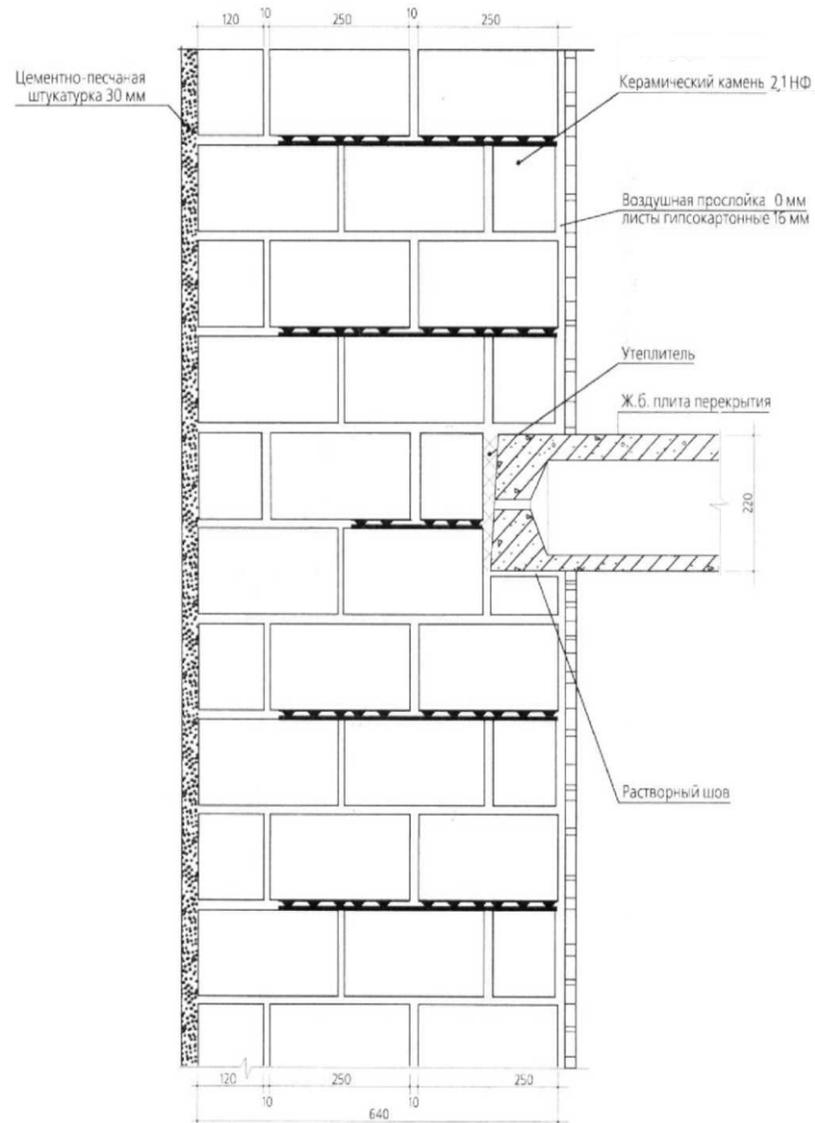
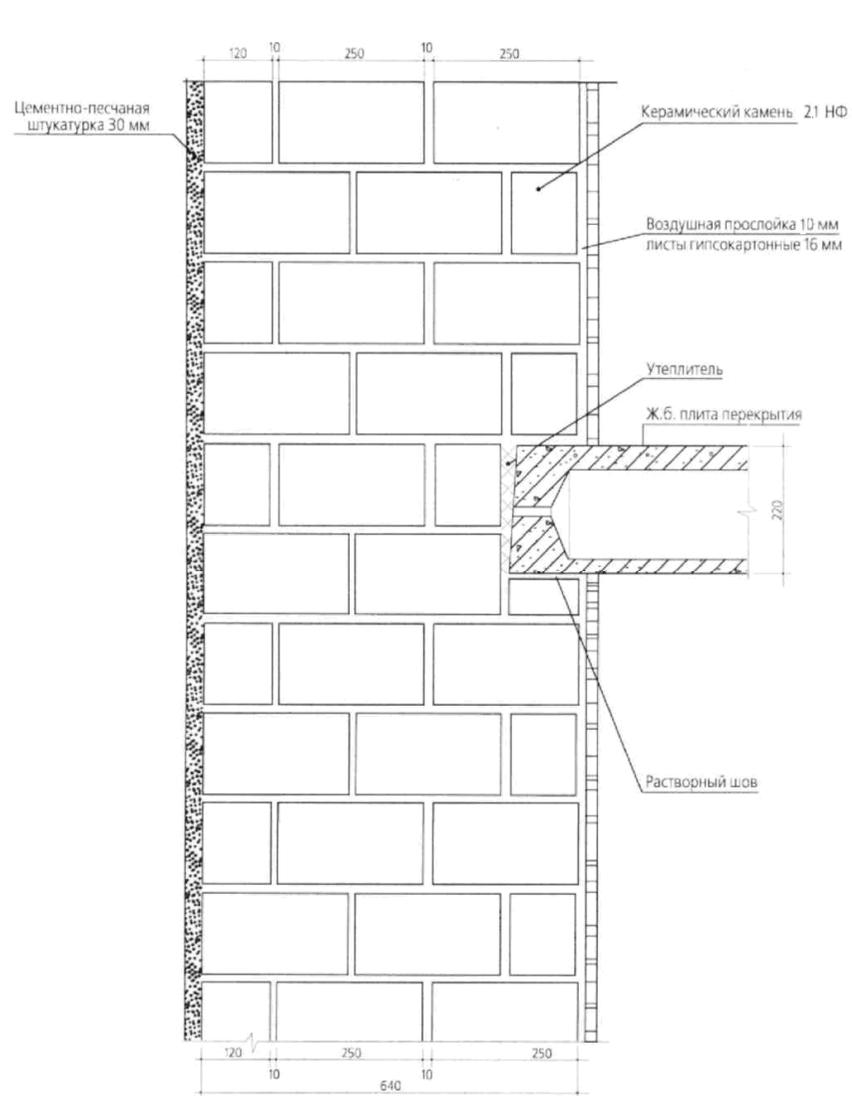


УЗЛЫ ОПИРАНИЯ ПЕРЕКРЫТИЙ НА СТЕНЫ ИЗ КАМНЯ ФОРМАТА 2.1НФ

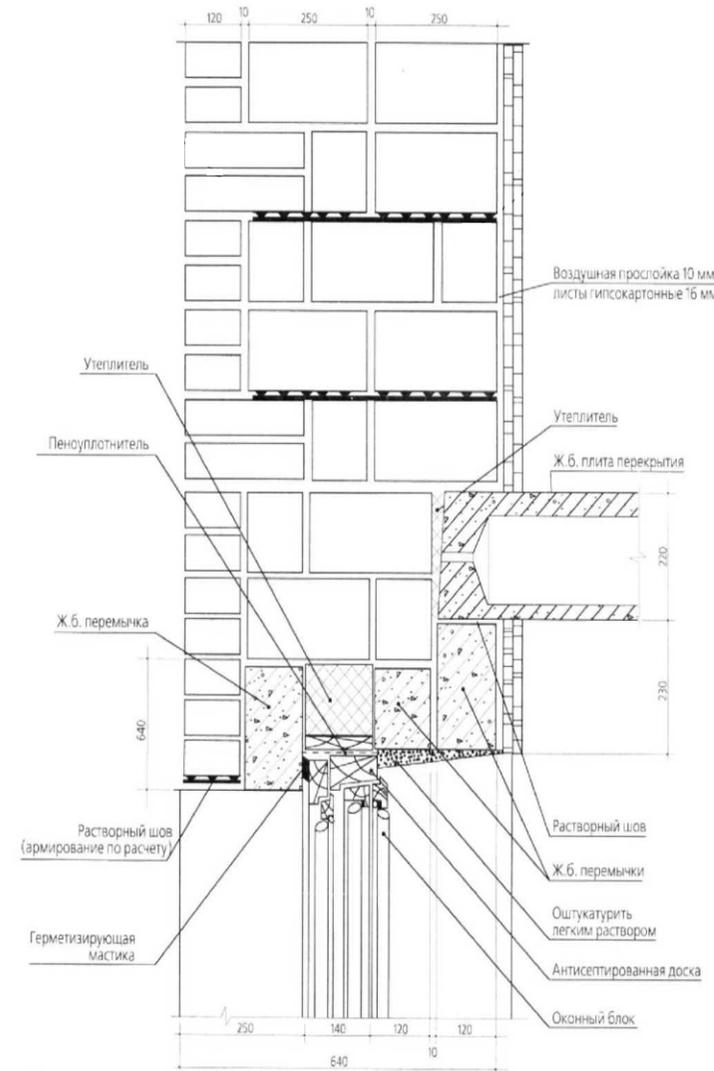
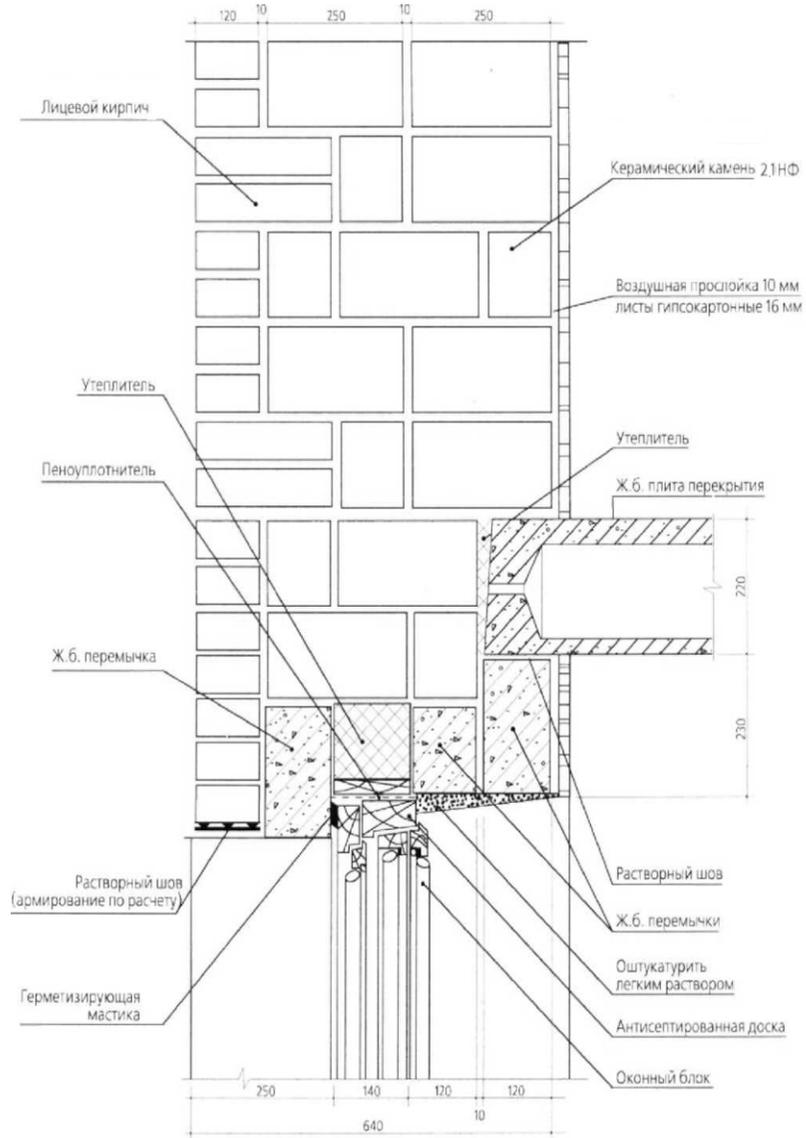
Опирание перекрытий на глухие стены с облицовкой из лицевого кирпича



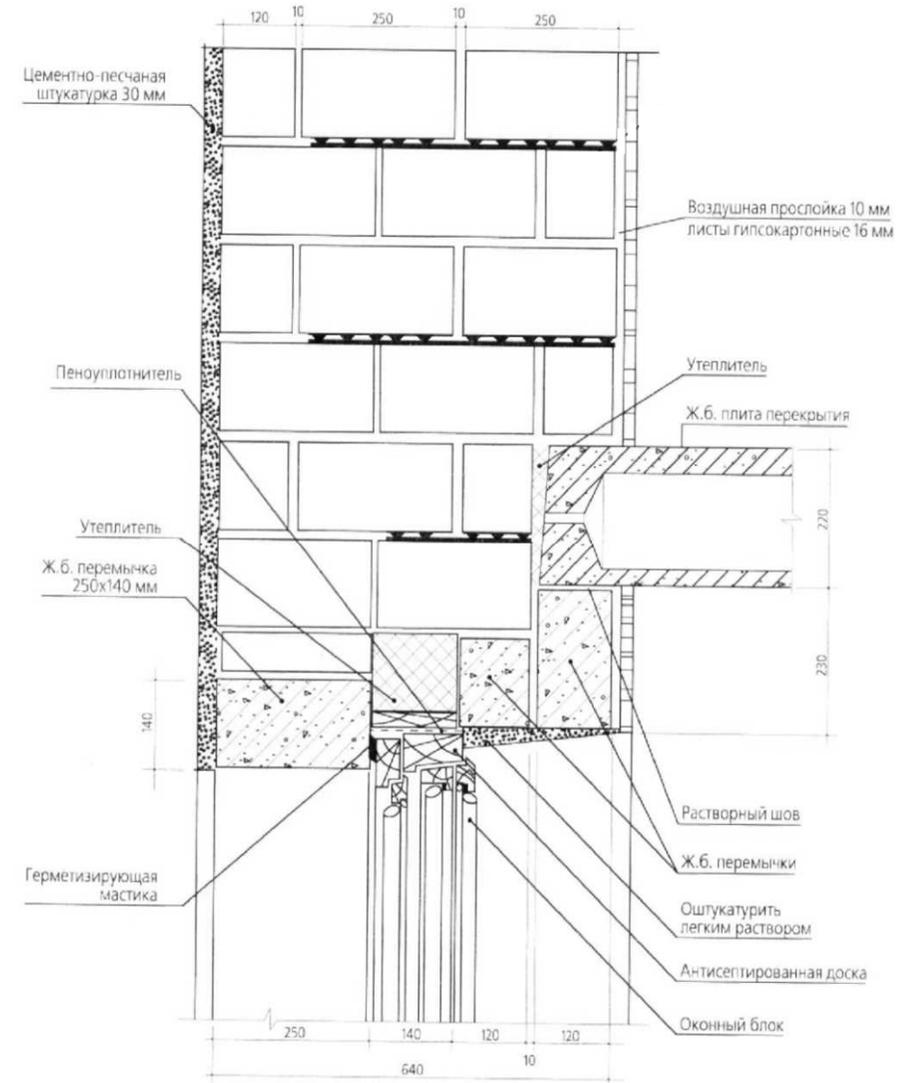
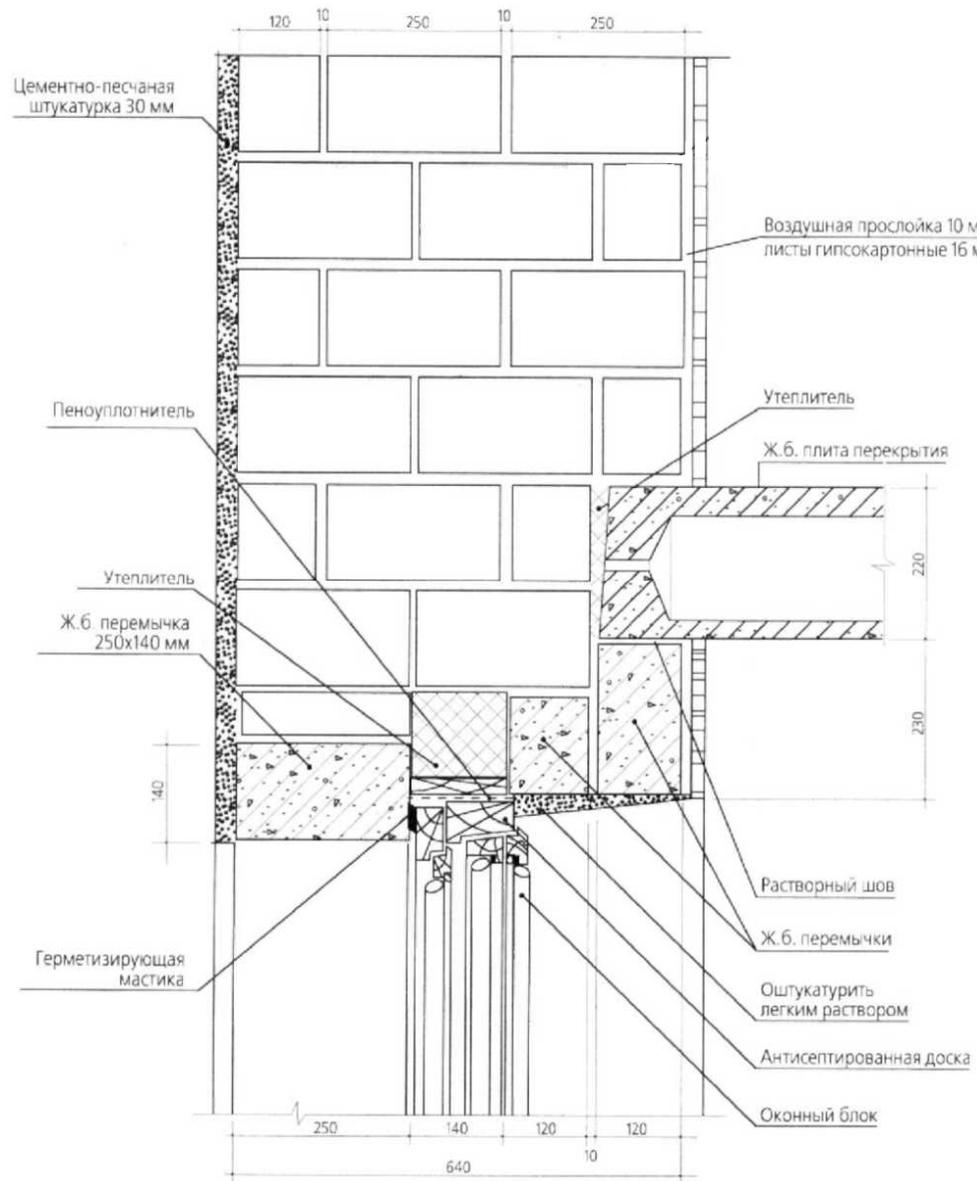
## Опирание перекрытий на глухие стены с наружным слоем штукатурки



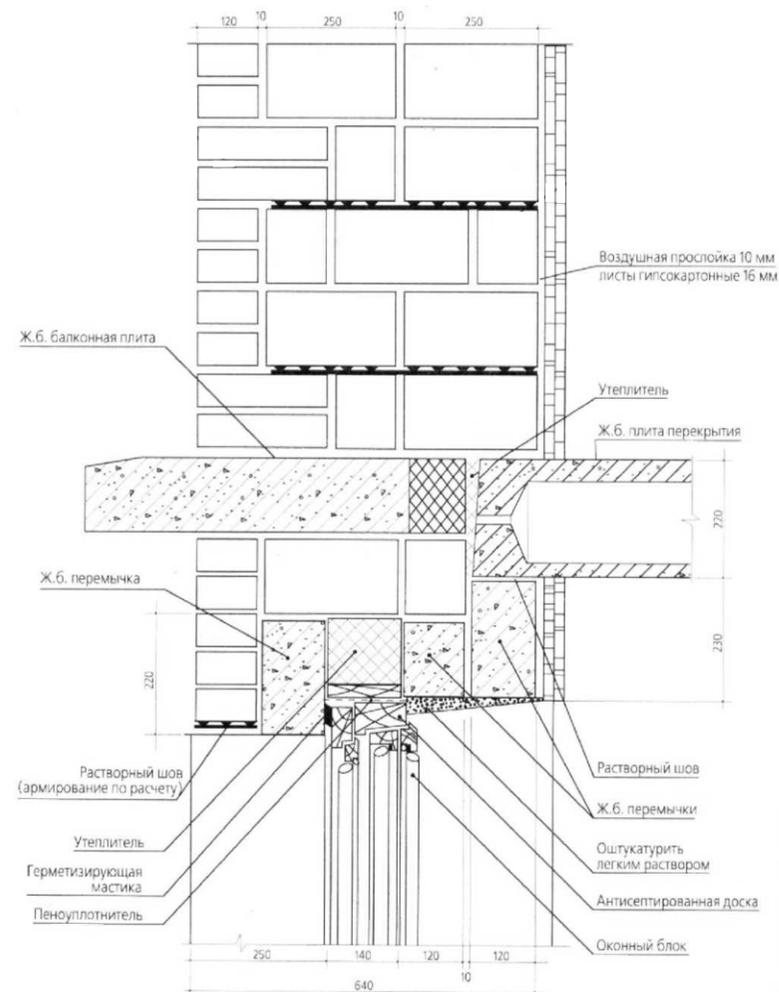
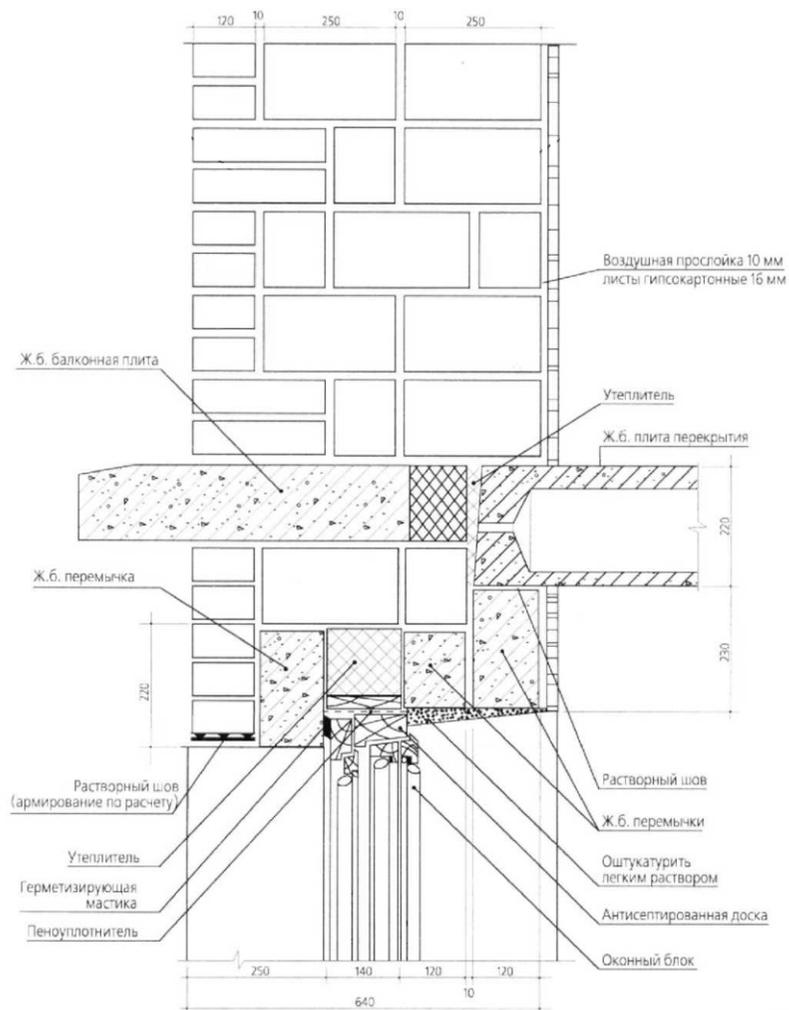
## Опирание перекрытий на стены с оконным проемом и с наружным слоем лицевого кирпича



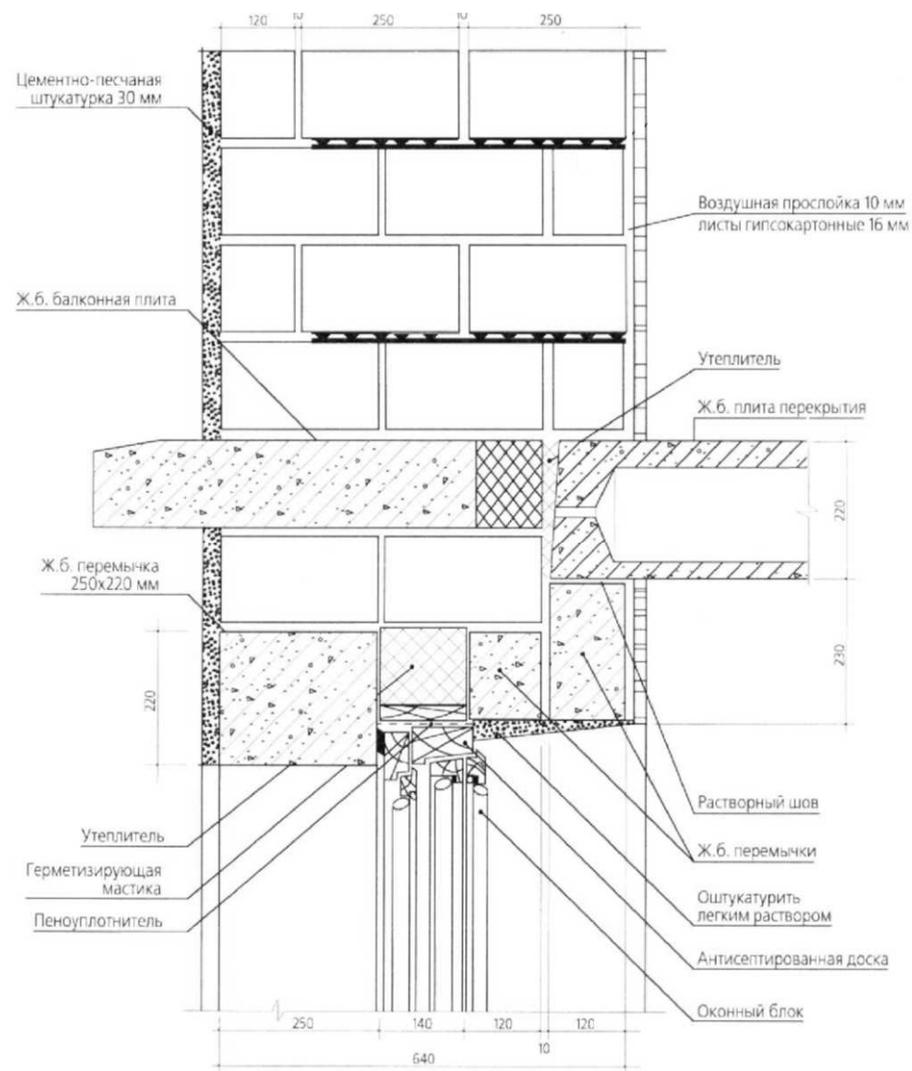
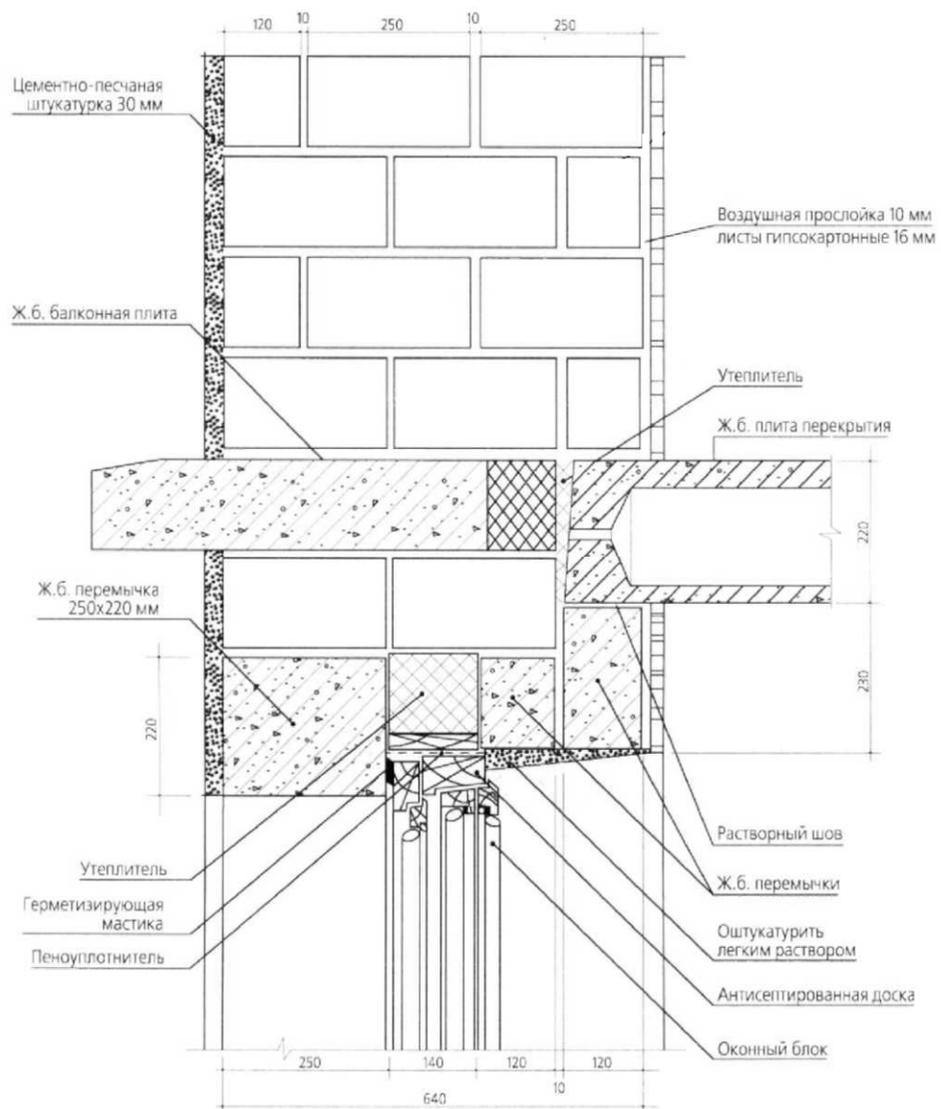
## Опирание перекрытий на стены с оконным проемом и с наружным слоем штукатурки



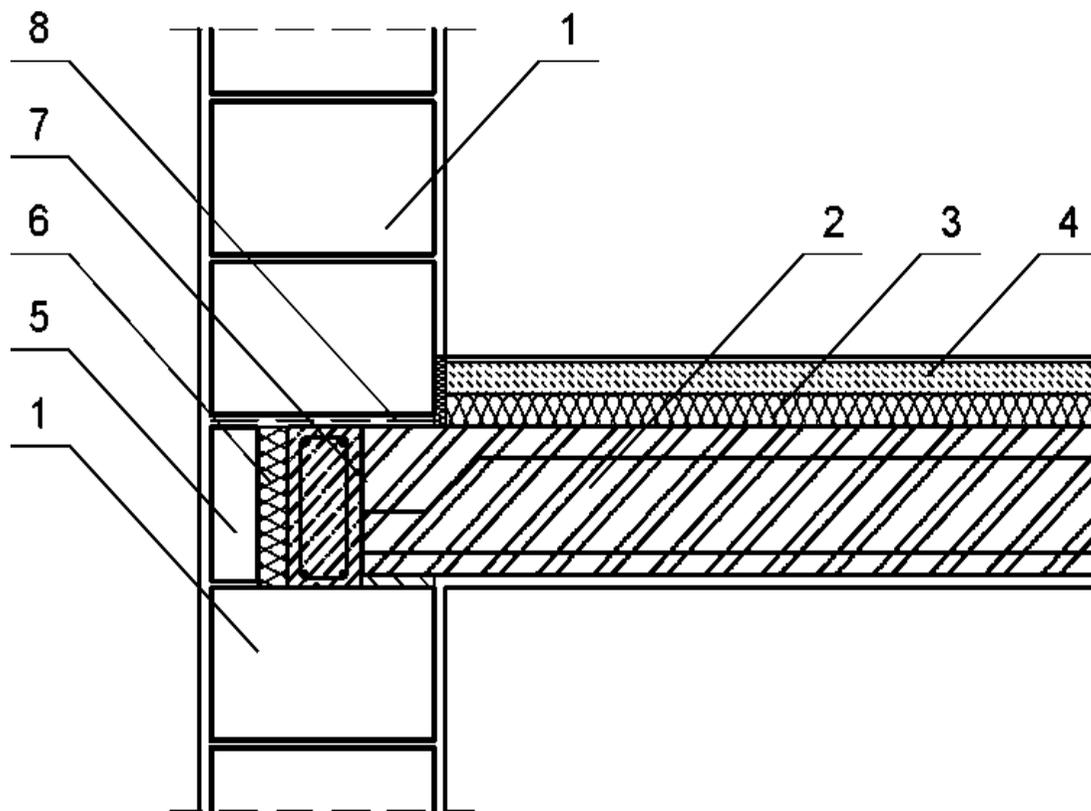
## Опирание перекрытий на стены с оконным проемом и балконной плитой



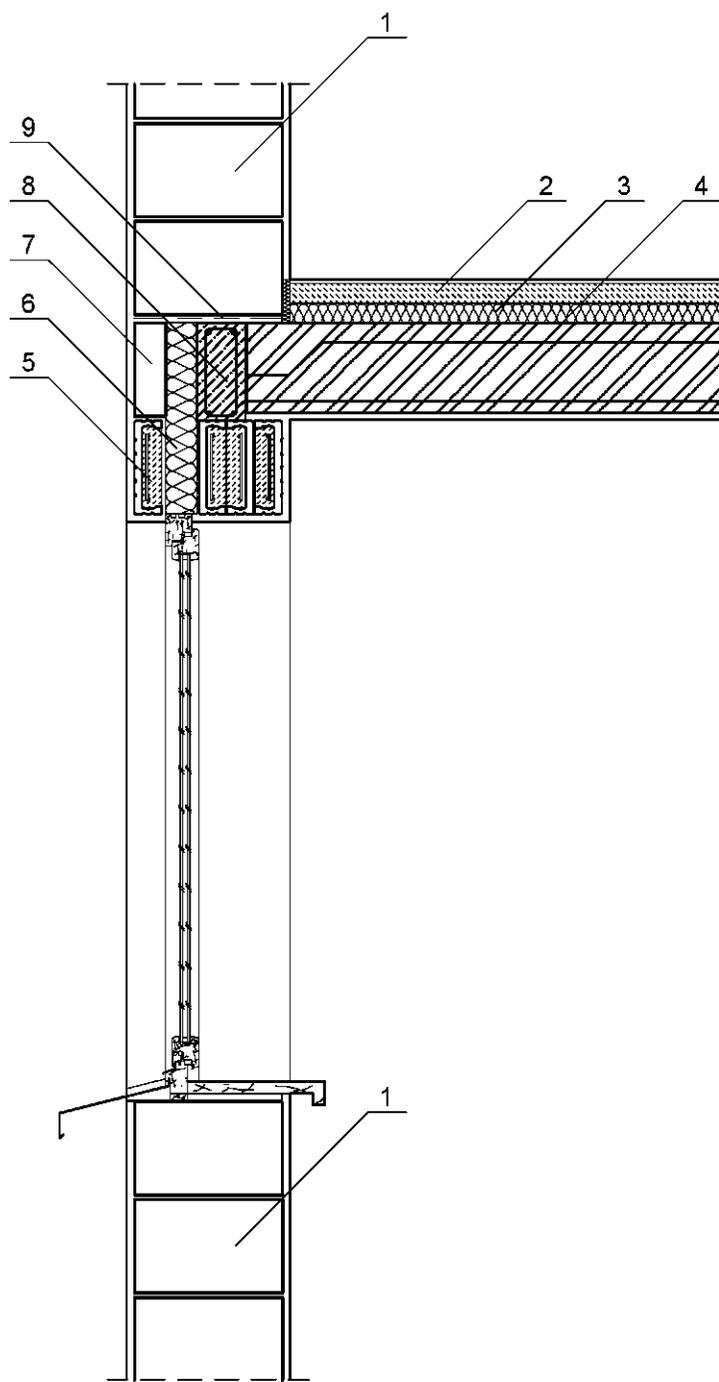
## Опирание перекрытий на стены с оконным проемом и балконной плитой



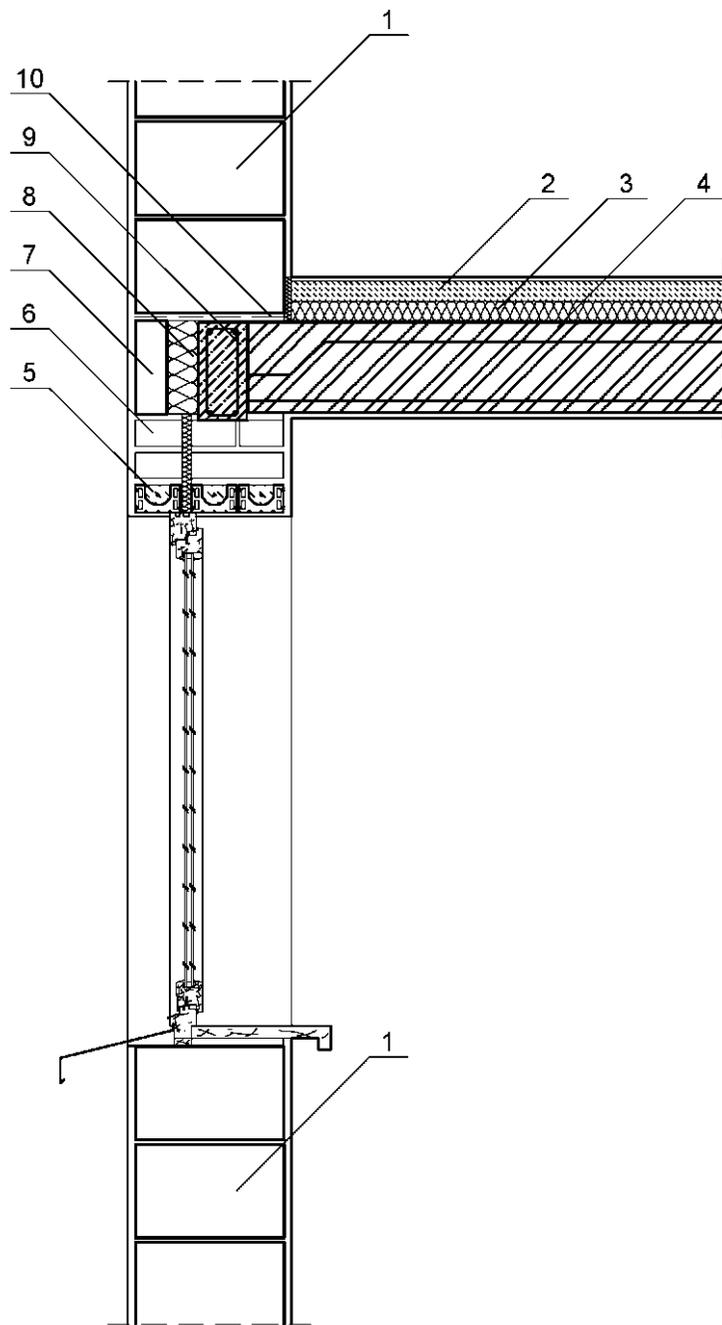
УЗЛЫ ОПИРАНИЯ ПЕРЕКРЫТИЙ НА СТЕНЫ ИЗ КАМНЯ ФОРМАТОВ 10.7NF



1. Камень формата 10.7 NF
2. Плита перекрытия
3. Термическая / акустическая изоляция
4. Бетонная стяжка
5. Камень формата  $\frac{1}{4}$  10.7 NF
6. Теплоизоляция
7. Железобетонный венец
8. Армирование шва



1. Камень формата 10.7NF
2. Бетонная стяжка
3. Термическая / акустическая изоляция
4. Плита перекрытия
5. Перемычка
6. Теплоизоляция
7. Камень формата  $\frac{1}{4}$  10.7 NF
8. Железобетонный венец
9. Армирование шва

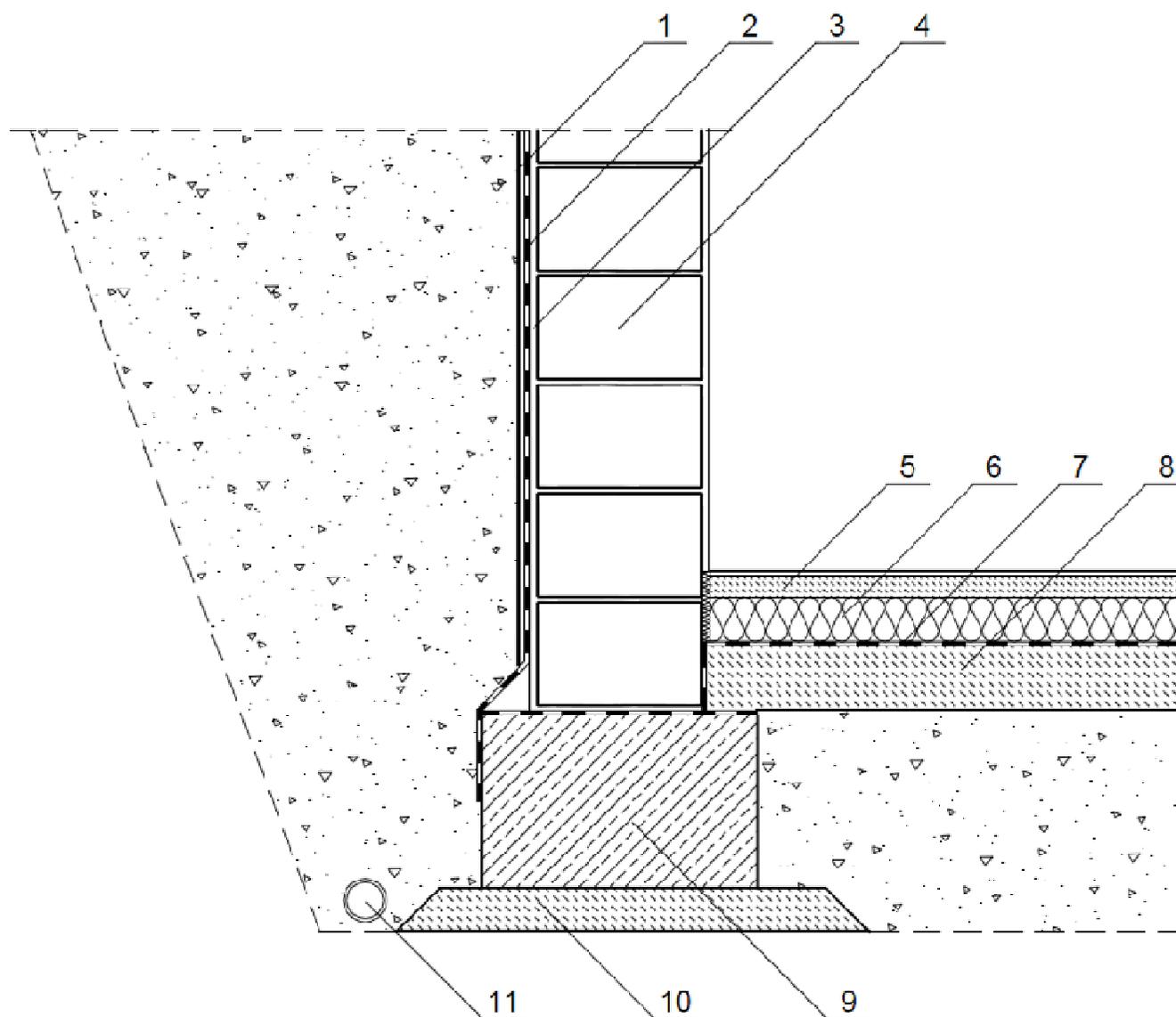


1. Камень формата 10.7 NF
2. Бетонная стяжка
3. Термическая / акустическая изоляция
4. Плита перекрытия
5. Перемычка
6. Сплошной кирпич
7. Камень формата ¼ 10.7 NF
8. Теплоизоляция
9. Железобетонный венец
10. Армирование шва

### ПРИЛОЖЕНИЕ 3

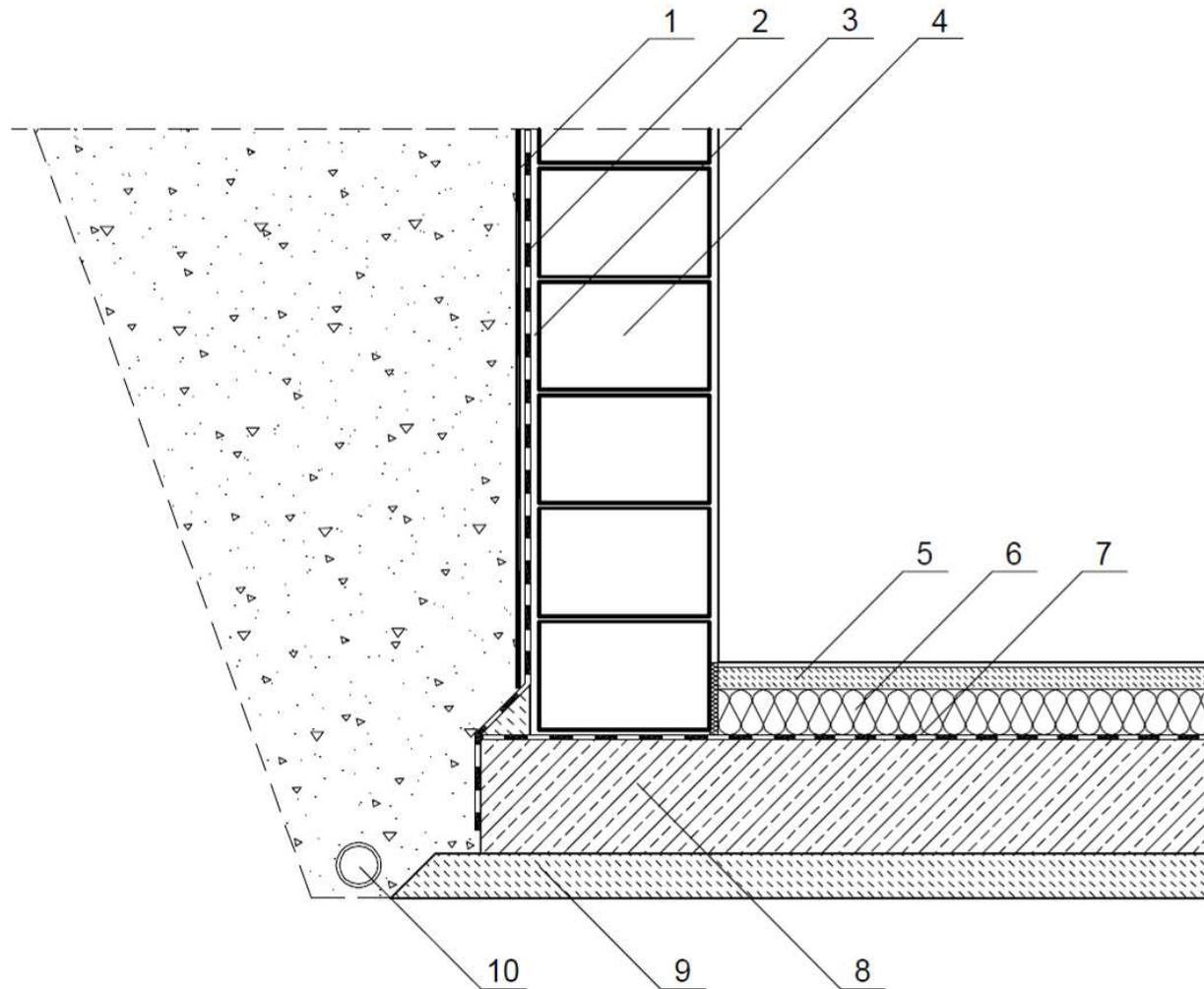
#### ВАРИАНТЫ КОНСТРУКЦИЙ ФУНДАМЕНТА ИЗ КАМНЯ ФОРМАТА 10.7 NF

Стена на фундаментной подушке  
(см. п. 2.12)



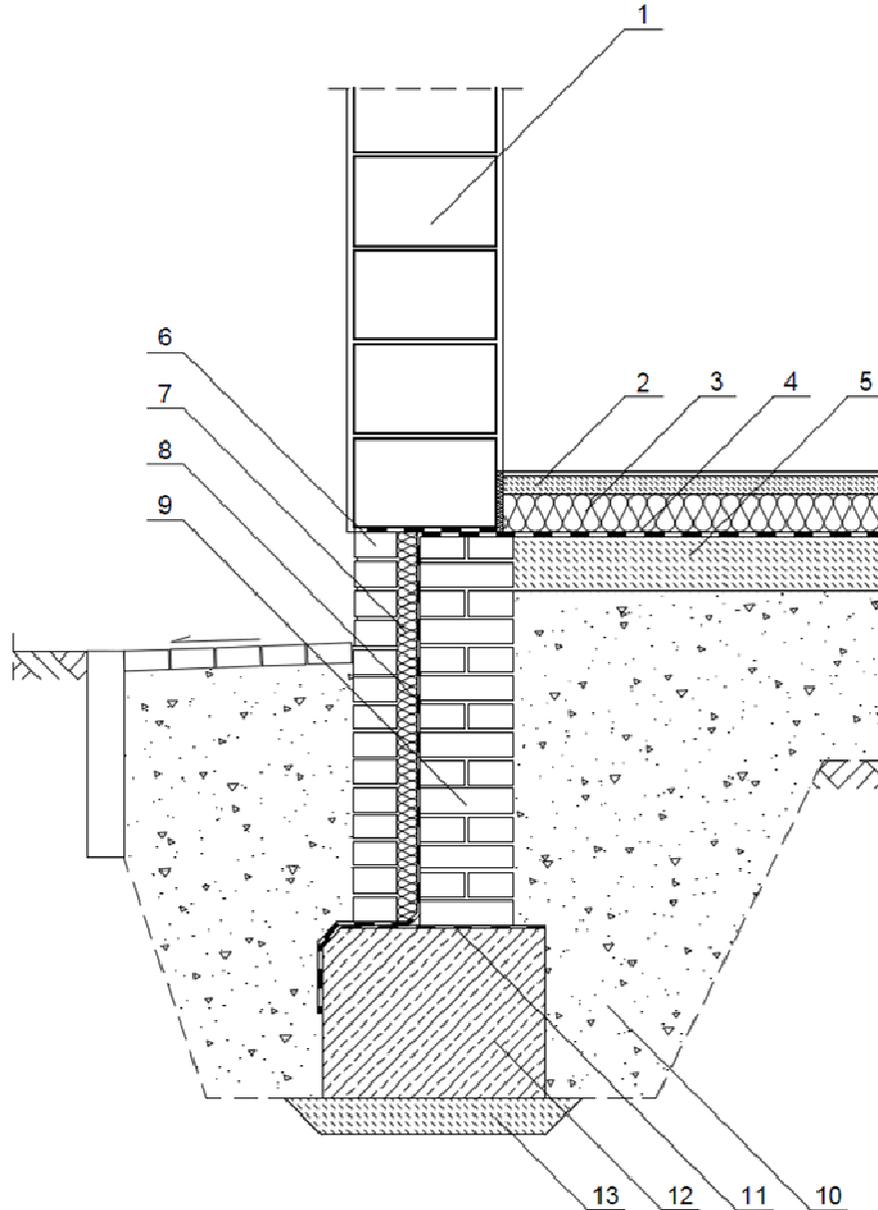
1. Защитная мембрана
2. Вертикальная гидроизоляция
3. Цементный обрызг
4. Камень формата 10.7 NF
5. Бетонная стяжка
6. Теплоизоляция
7. Горизонтальная гидроизоляция
8. Бетонная стяжка
9. Ленточный фундамент
10. Бетонная "подушка"
11. Дренаж

Стена на фундаментной плите (см. п. 2.12)



1. Защитная мембрана
2. Вертикальная гидроизоляция
3. Цементный обрызг
4. Камень формата 10.7 NF
5. Бетонная стяжка
6. Теплоизоляция
7. Горизонтальная гидроизоляция
8. Фундаментная плита
9. Бетонная подушка
10. Дренаж

## Опора на кирпичную фундаментную стену

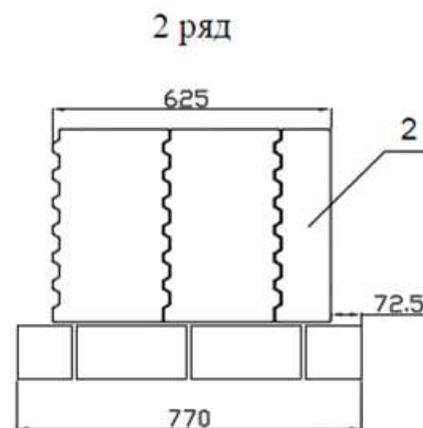
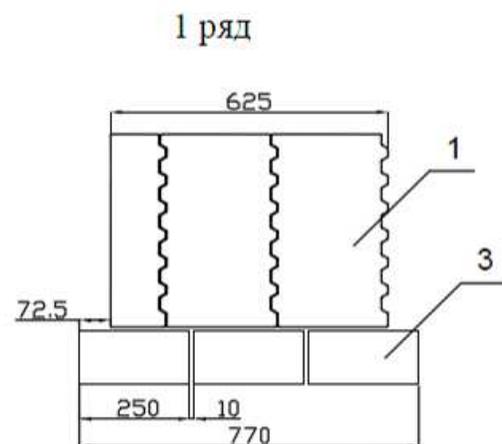


1. Камень формата 10.7 NF
2. Бетонная стяжка
3. Теплоизоляция
4. Горизонтальная гидроизоляция
5. Бетонная стяжка
6. Клинкерная плитка
7. Теплоизоляция
8. Вертикальная гидроизоляция
9. Фундаментная стена из полнотелого кирпича
10. Уплотненное основание
11. Горизонтальная гидроизоляция
12. Ленточный фундамент
13. Бетонная подушка

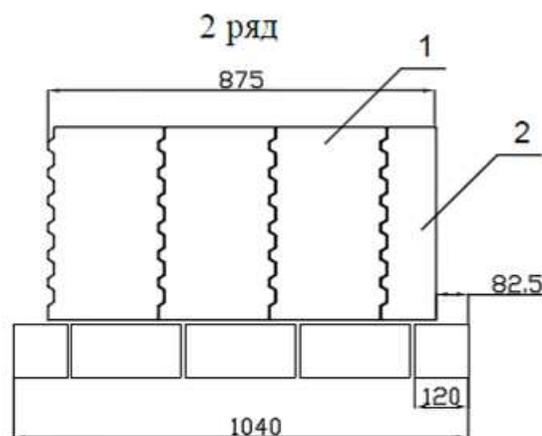
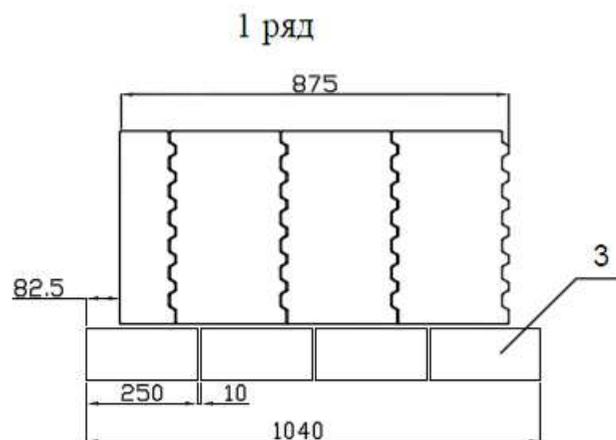
## ПРИЛОЖЕНИЕ 4

### ПЕРЕВЯЗКА СТЕН

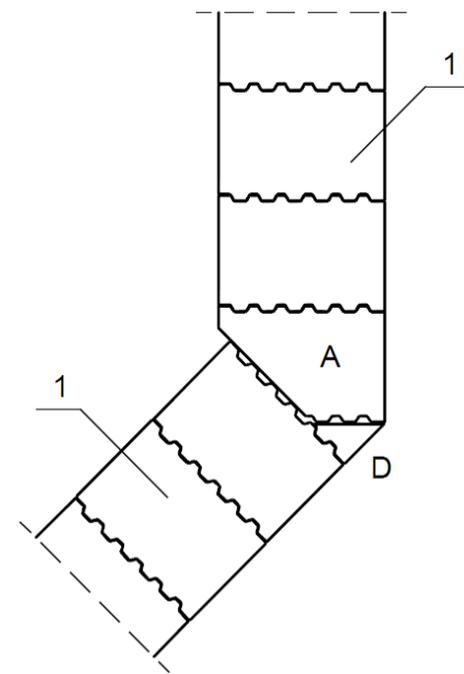
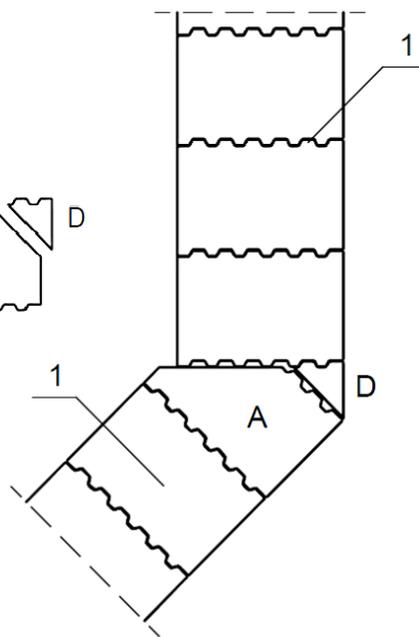
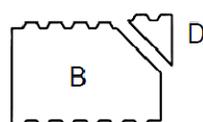
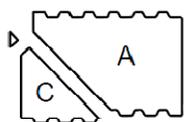
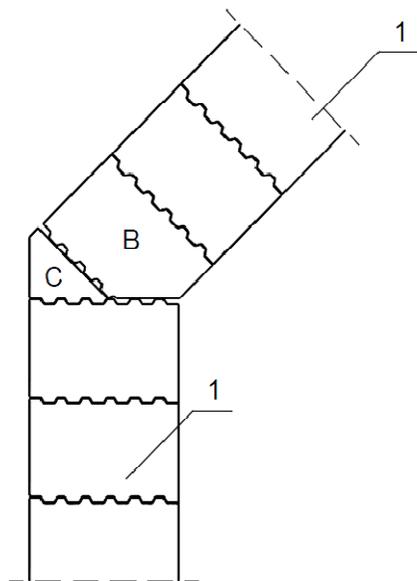
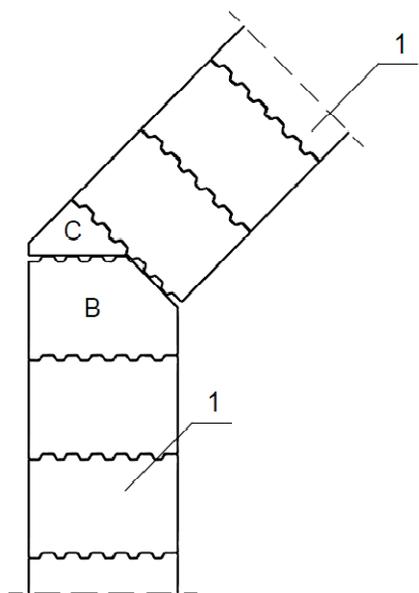
Облицовка простенков шириной 625 и 875 мм



1. Камень формата 10.7 NF
2. Камень формата 10.7 NF 1/2
3. Лицевой кирпич



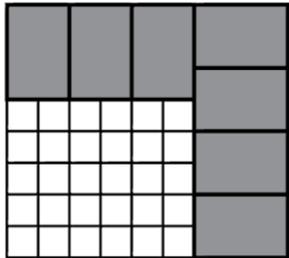
Сопряжение внешних стен из камня формата 10.7 NF под углом 135 градусов



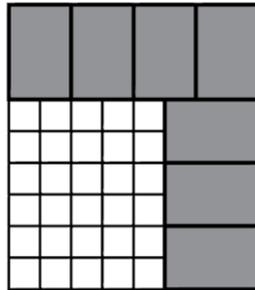
## Наружная стена толщиной 380 мм

Угол наружных стен  
из блоков формата **10.7 NF**

**1 ряд**

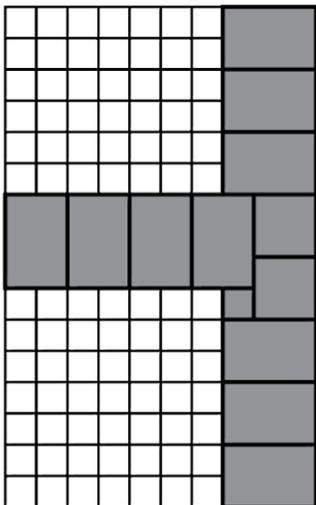


**2 ряд**

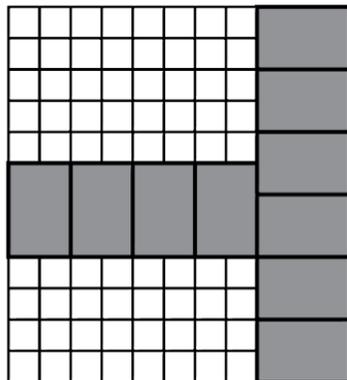


Перевязка с наружной стеной  
из блоков формата **10.7 NF**

**1 ряд**

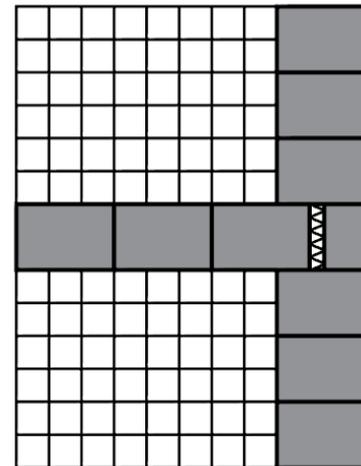


**2 ряд**

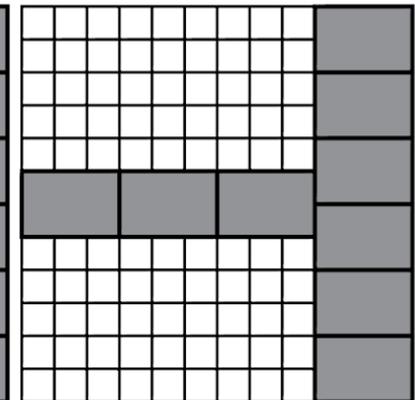


Перевязка с внутренней  
стеной толщиной 250 мм из  
доборных блоков формата  
**10.7 NF**

**1 ряд**



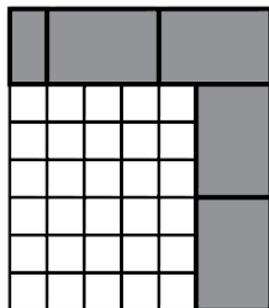
**2 ряд**



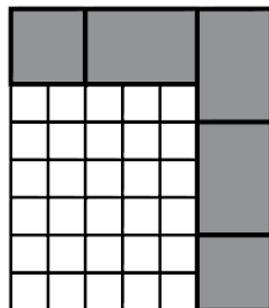
## Наружная стена толщиной 250 мм

Внешний угол внутренних стен толщиной  
250 мм

**1 ряд**

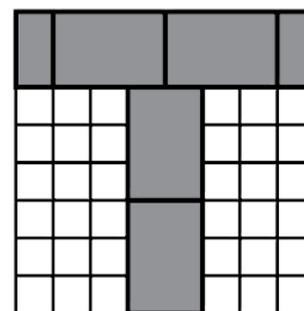


**2 ряд**

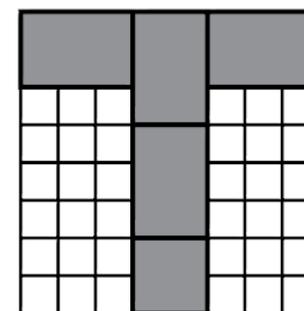


Перевязка с внутренней стеной толщиной  
250 мм

**1 ряд**



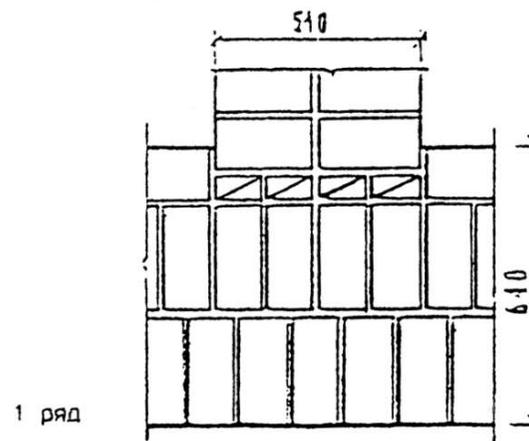
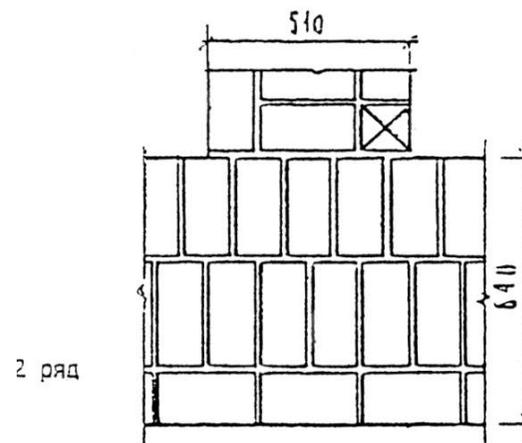
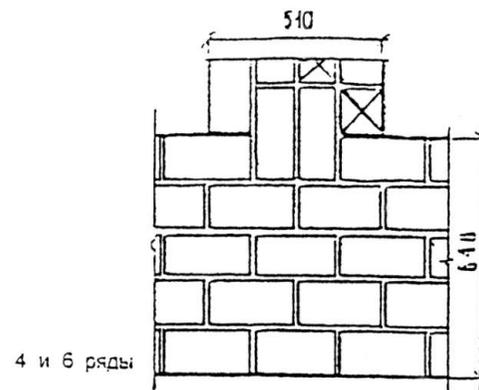
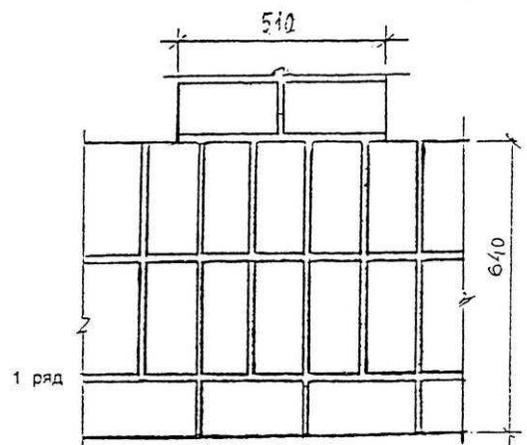
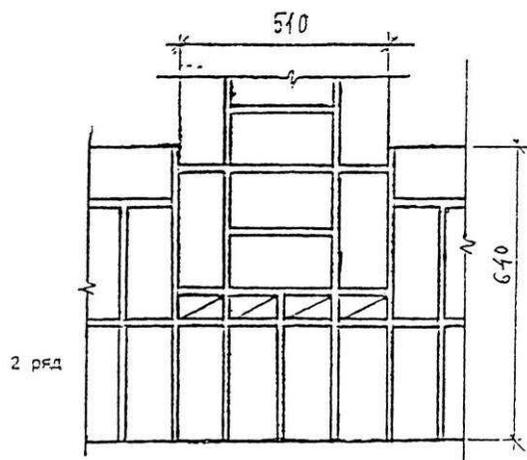
**2 ряд**



Используется доборный керамический блок формата **10.7 NF** с замком по стороне 250 мм

# Сопряжения наружных и внутренних несущих стен из камня 2.1NF

Системы перевязки - однорядная и многорядная.



## РАЗДЕЛ II. КЕРАМИЧЕСКИЙ КИРПИЧ

### 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящие рекомендации содержат основные указания по применению, проектированию и возведению стен жилых, общественных и промышленных зданий из керамических кирпичей, выпускаемых *ООО «Пятый элемент»*.

1.2. Керамические кирпичи рекомендуется применять для кладки стен жилых домов, общественных и промышленных зданий

- несущих наружных и внутренних;
- самонесущих (заполнение каркасов);

Высоту (этажность) здания рекомендуется определять расчетом несущей способности наружных и внутренних стен с учетом их совместной работы.

1.3. Расчет элементов из кирпичей производят по предельным состояниям первой и второй группы в соответствии с требованиями СНиП II-22-81 «Каменные и армокаменные конструкции»

1.4. В фундаментах и цоколе стен зданий, дымовых трубах, вентиляционных каналах следует применять только полнотелый кирпич.

Не допускается применять пустотелые изделия, а также кирпич полусухого прессования для наружных стен помещений с влажным режимом без нанесения на внутренние поверхности пароизоляционного покрытия.

Не допускается применять пустотелые изделия и кирпич полусухого прессования для кладки стен помещений с мокрым режимом, наружных стен подвалов, цоколей и фундаментов.

Примечание. Влажностный режим помещений зданий и сооружений принимается по СНиП II-3-79 "Строительная теплотехника. Нормы проектирования".

1.5. При проектировании зданий и проведении расчетов прочности элементов стен из керамических кирпичей следует руководствоваться СНиП II-22-81 "Каменные и армокаменные конструкции. Нормы проектирования", "Пособием по проектированию каменных и армокаменных конструкций" (к СНиП II-22-81) ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко Госстроя СССР, М., 1987г. и настоящими рекомендациями.

## 2. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КЛАДКИ СТЕН

### Керамические кирпичи и лицевые изделия

2.1. Типы, размеры и основные показатели керамического кирпича соответствуют ГОСТ 530-2007 "Кирпич и камни керамические. Общие технические условия".

2.2. Кирпич в зависимости от предела прочности при сжатии по сечению брутто (без вычета площади пустот) подразделяются на марки (табл. 1).

**Таблица 1**

Марка кирпича	Предел прочности при сжатии одинарных и утолщенных кирпичей, МПа	
	средний для пяти образцов	наименьший для отдельного образца
M250	25,0	20,0
M200	20,0	17,5
M175	17,5	15,0
M150	15,0	12,5
M100	10,0	8,5

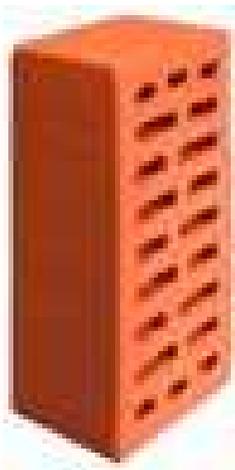
2.3. По морозостойкости кирпич соответствует марке: F50

2.4. Характеристики керамических кирпичей приведены в таблице 2 (сведения предоставлены заводом изготовителем)



<p>КО 1НФ (кирпич одинарный полнотелый)  250*120*65</p>	Морозостойкость, F	50
	Теплопроводность Вт/м, С	0,42
	Пустотность, %	-
	Марка по прочности	М100; М125; М150; М200; М250
	Водопоглощение, %	от 8 до 11
	Плотность, кг/м.куб.	1600-1700
<p>КО 1НФ (кирпич одинарный пустотелый)  250*120*65</p>	Морозостойкость, F	50
	Теплопроводность Вт/м, С	0,26
	Пустотность, %	41
	Марка по прочности	М100; М125; М150; М200
	Водопоглощение, %	от 8 до 11
	Плотность, кг/м.куб.	1000-1100





<p>КУ 1,4 НФ</p> <p>(кирпич утолщенный)</p> <p>250*120*88</p>	Морозостойкость, F	50
	Теплопроводность Вт/м, С	0,26
	Пустотность, %	41
	Марка по прочности	М100; М125; М150; М200
	Водопоглощение, %	от 8 до 11
	Плотность, кг/м.куб.	1000-1100

2.5. Для облицовки стен из пустотелого керамического камня с пустотами применяют керамический лицевой кирпич полнотелый и пустотелый по ГОСТ 7484-78 "Кирпич и камни керамические лицевые. Технические условия", а также ОТБОРНЫЙ керамический камень по ГОСТ 530-2007 "Кирпич и камни керамические. Общие технические условия."

Облицовочный слой и основная кладка стены, если они жестко связаны друг с другом взаимной перевязкой, должны, как правило, иметь близкие деформационные свойства. Рекомендуется предусматривать применение облицовочного кирпича или камней, имеющих высоту, равную высоте ряда основной кладки.

2.6. Марка лицевого материала по прочности должна быть, как правило, на одну ступень выше марки материала основной кладки.

2.7 В целях повышения несущей способности облицовочной кладки допускается ее армирование сетками. При армировании облицовочной кладки сетки следует укладывать по всему сечению стены, включая облицовку.

2.8. Не допускается применять сетчатое армирование стен помещений с влажным и мокрым режимами.

2.9. В простенках многоэтажных зданий с жестким соединением облицовки и кладки, во всех этажах, где расчетная несущая способность используется на 90% и более, следует предусматривать конструктивное армирование. В швы кладки и облицовки укладывают арматурные

сетки из стали диаметром 3 - 5 мм с ячейками не более 120x120 мм и не реже чем через пять рядов кладки, при утолщенном кирпиче – через четыре ряда

2.10. В простенках многоэтажных зданий, возводимых при отрицательных температурах, конструктивное армирование кладки с облицовкой применяется во всех этажах, кроме тех, где расчетная несущая способность используется не более чем на 50%. При этом конструктивная арматура укладывается в соответствии с п. 2.8.

2.10. Для облицовки цоколя высшей гидроизоляции рекомендуется применять сплошной лицевой кирпич пластического прессования, плиты из тяжелого цементного бетона и природного камня твердых пород.

2.11. Устройство цоколя из пустотелых кирпичей не допускается.

2.12 При использовании пустотелых кирпичей в помещениях с влажным режимом (влажность воздуха более 60%) необходимо защищать их от воздействия влаги ( гидроизоляция, пароизоляция...). В противном случае использовать кирпич не рекомендуется.

2.13 Для сплошной кладки из камней правильной формы, за исключением кирпичных панелей, необходимо предусматривать следующие минимальные требования к перевязке:

а) для кладки из полнотелого кирпича толщиной 65 мм — один тычковый ряд на шесть рядов кладки, а из кирпича толщиной 88 мм и пустотелого кирпича толщиной 65 мм — один тычковый ряд на четыре ряда кладки;

### **Растворы для кладки**

2.13. Для возведения стен из керамических кирпичей в зависимости от требуемой прочности кладки следует применять марки растворов по временному сопротивлению сжатию в кг/см<sup>2</sup>: 50, 75, 100, 125, 150.

2.13. Раствор должен обладать в свежизготовленном состоянии подвижностью и водоудерживающей способностью, обеспечивающей возможность получения ровного растворного шва, а в затвердевшем состоянии иметь необходимую прочность и равномерную плотность.

При выборе состава, а также при изготовлении, выдержке и испытании растворов для кладки следует руководствоваться: ГОСТ 28013-98 "Растворы строительные. Общие технические условия", СП 82-101-98 "Приготовление и применение растворов строительных", ГОСТ 5802-86 "Растворы строительные. Методы испытания".

2.14. Консистенция раствора подбирается в зависимости от принятого способа кладки. Выполнение кладки на малоподвижных непластичных растворах не допускается.

2.15. В целях уменьшения заполнения пустот кирпича раствором и повышения термического сопротивления стен возводимых зданий кладку стен следует выполнять на растворах (погружение стандартного конуса) 70 - 90 мм. При расчете теплопроводности кладки допускается принимать глубину заполнения пустот раствором 7-12 мм (5-8% по объему).

2.16. Для кладки стен из кирпичей при отрицательных температурах должны применяться растворы с химическими противоморозными добавками. При этом необходимо руководствоваться указаниями СНиП II-22-81, раздел 7 и "Пособия по проектированию каменных и армокаменных конструкций (к СНиП II-22-81)", раздел 8, СНиП 01.03.01-87 "Несущие и ограждающие конструкции", раздел 7.

### **Армирование кладки**

2.17. Сетчатое армирование горизонтальных швов кладки допускается применять только в случаях, когда повышение марок кирпича, камней и растворов не обеспечивает требуемой прочности кладки и площадь поперечного сечения элемента не может быть увеличена.

Количество сетчатой арматуры, учитываемой в расчете столбов и простенков, должно составлять не менее 0,1 % объема кладки

2.18. Арматурные сетки следует укладывать не реже, чем через пять рядов кирпичной кладки из обыкновенного кирпича, через четыре ряда кладки из утолщенного кирпича.

2.19. Диаметр сетчатой арматуры должен быть не менее 3 мм.

Диаметр арматуры в горизонтальных швах кладки должен быть, не более:

при пересечении арматуры в швах — 6 мм

без пересечения арматуры в швах — 8 мм

Расстояние между стержнями сетки должно быть не более 12 и не менее 3 см.

Швы кладки армокаменных конструкций должны иметь толщину, превышающую диаметр арматуры не менее чем на 4 мм.

### 3. РАСЧЕТ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СТЕН ИЗ КЕРАМИЧЕСКИХ КИРПИЧЕЙ

3.1 Для расчёта допустимой этажности здания или выбора необходимой марки кирпича нужно:

1. Изучить план здания с целью выявления наиболее ослабленных или наиболее загруженных участков несущих конструкций.
2. Необходимо рассчитать участок наружной несущей стены и внутренней несущей стены вблизи проёмов или простенков
3. собрать нагрузки здания на этот участок стены с учётом:

- коэффициентов использования здания
- предполагаемой этажности
- толщины стены (не меньше требуемой по теплотехническому расчёту для рассматриваемого здания) и её веса ×  
коэффициент по надёжности
- веса перекрытия × коэффициент по надёжности
- нагрузки от людей животных и оборудования × коэффициент по нагрузке
- снеговой нагрузки × коэффициент по нагрузке
- ветровой нагрузки × коэффициент от расположения здания
- при многослойной стене - коэффициент использования слоёв

4. Сравнить полученный результат с используемой или предполагаемой маркой кирпича с таблицей расчётных сопротивлений

Использовать СНиП 2.01.07-85\* НАГРУЗКИ И ВОЗДЕЙСТВИЯ

3.2 Расчетные сопротивления  $R$  сжатию кладки из кирпича всех видов при высоте ряда кладки 50 — 150 мм на тяжелых растворах приведены в табл. (СНиП II-22-81 КАМЕННЫЕ И АРМОКАМЕННЫЕ КОНСТРУКЦИИ)

3.3. Рекомендации по выбору марки раствора и кирпича в зависимости от этажности и толщины стены приведены в таблицах 4, 5, 6.

Таблица 4

Толщина стены, мм	Напряжение в кладке из <b>полнотелого</b> керамического кирпича плотностью 1700 кг/м <sup>3</sup> σ, МПа			
	при этажности			
	5	9	12	16
250	1.74	3,10	-	-
380	1,15	2,04	2.71	3.60
510	0.85	1.52	2.02	2,68
640	0.68	1,21	1,61	2,14

Таблица 5

Толщина стены, мм	Напряжение в кладке из <b>пустотелого</b> керамического кирпича плотностью 1100 кг/м <sup>3</sup> σ, МПа			
	при этажности			
	5	9	12	16
250	1.51	2.68	3,55	-
380	0.99	1.76	2.34	3,10
510	0.74	1.31	1.74	2.31
640	0.59	1.05	1.39	1,84

3.4. По заданным параметрам толщины стены и этажности выбирается напряжение в кладке  $\sigma$ .

**Таблица 6**

из СНиП II-22-81( табл. 2)

Марка кирпича	Сопротивление сжатию кладки из кирпича всех видов $R$ , МПа									
	при марке раствора								при прочности раствора	
	200	150	100	75	50	25	10	4	0,2	нулевой
Кладка из кирпича всех видов										
M300	3,9	3,6	3,3	3,0	2,8	2,5	2,2	1,8	1,7	1,5
M250	3,6	3,3	3,0	2,8	2,5	2,2	1,9	1,6	1,5	1,3
M200	3,2	3,0	2,7	2,5	2,2	1,8	1,6	1,4	1,3	1,0
M150	2,6	2,4	2,2	2,0	1,8	1,5	1,3	1,2	1,0	0,8
M125	-	2,2	2,0	1,9	1,7	1,4	1,2	1,1	0,9	0,7
M100	-	2,0	1,8	1,7	1,5	1,3	1,0	0,9	0,8	0,6

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.

3.5 По таблице 6 выбираются марки кирпича и раствора исходя из условия  $\sigma < R$ .

При проектировании конкретных объектов необходимо выполнять расчеты кладки с учетом конструктивной схемы, высоты, геометрических размеров проемов, их кратности и пролетов.

3.6 Пример расчета допустимой этажности здания

3.6.1. Конструктивное обоснование проектирования жилого здания из керамических изделий завода **ООО «Пятый элемент»** с наружными несущими стенами толщиной 380 мм на тяжёлом кладочном растворе

3.6.2 Для обоснования допустимой этажности зданий исходя из прочностных характеристик простенка 1-го этажа приняты следующие исходные данные:

- здание 9-этажное с продольными несущими стенами,
- высота этажей - 3 м,
- величина простенка и проемов представлена на рисунках 1.1 и 1.2. В расчете приближенно оценивается влияние горизонтальной ветровой нагрузки.
- Конструкция стены представлена на рис. 1.3

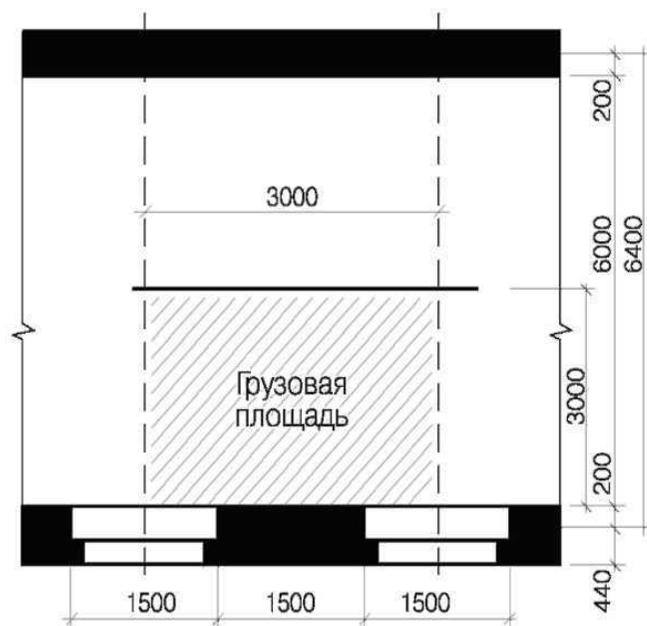


Рис.1.1. Фрагмент плана 1-го этажа

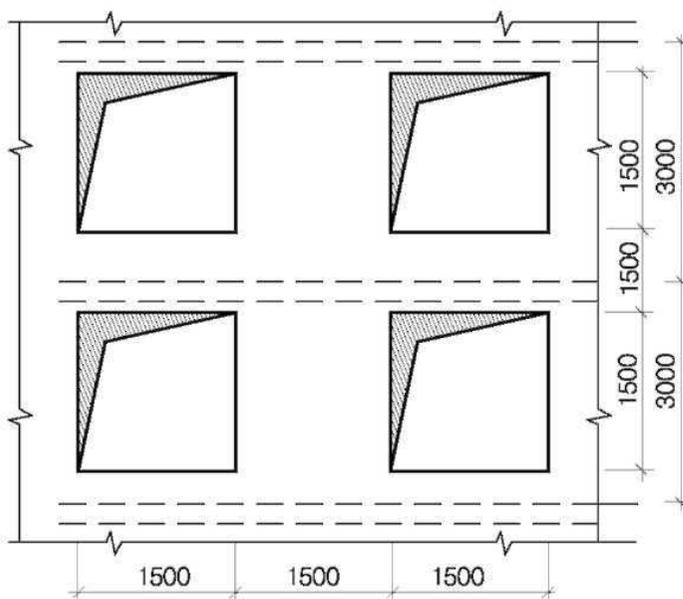


Рис. 1.2. Фрагмент фасада здания

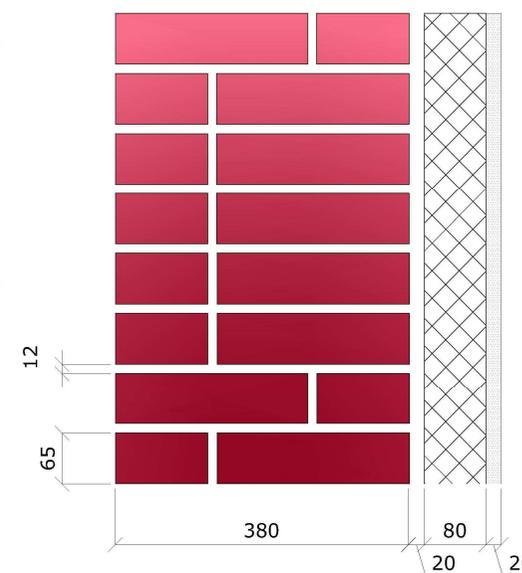


Рис. 1.3 Конструкция стены одинарный полнотельный рядовой кирпич с наружным утеплением

### 3.6.3 Расчет нагрузки на простенок от собственного веса кладки

Плотность материалов:

- Кирпич керамический  $\gamma=1700$  кг/м<sup>3</sup>
- раствор  $\gamma=1800$  кг/м<sup>3</sup>

На 1 м<sup>2</sup> стены расходуется:

- Кирпич керамический 156 шт.
- Раствора кладочного 0.06 м<sup>3</sup>
- Штукатурки внутренней 8.4 кг

Нагрузка на 1м2 стены:

$$G^H = 1,7 \times (0,250 \times 0,12 \times 0,065) \times 156 + 1,8 \times 0,06 + 0,0084 = 0,634 \text{ т/м}^2$$

$$G = G^H \times 1,2 = 0,760 \text{ т/м}^2$$

### 3.6.4 Расчет нагрузок от перекрытий

Сбор нагрузок:

N/ N п/п	Наименование нагрузки (расчет)	Нормативная нагрузка, кг/м3	Кoeffициент перезаг рузки	Расчетная нагрузка
	2	3	4	5
1	Сборный пустотелый	300	1.1	330
2	Полы	100	1.2	120
3	Перегородки	50	1.2	60
	ИТОГО:	450		510
4	Полезная нагрузка	150	1.3	195

Снижение полезной нагрузки  $\psi_{ni} = 0,4 + (\psi_{a1} - 0,4) / \sqrt{n}$

$$\psi_{ni} = 0,4 + (1 - 0,4) / \sqrt{9} = 0,6$$

Нагрузка на кирпичный простенок от перекрытий ( $F_{пр} = 9 \text{ м}^2$ ):

$$N_{пер} = (0,510 \times 9 + 0,195 \times 0,6 \times 9) \times 9 = 51 \text{ т.}$$

### 3.6.5 Нагрузка на кирпичный простенок от собственного веса стен:

$$F_{гр} = (1,5 \times 1,5 + 1,5 \times 3) \times 9 = 60,75 \text{ м}^2$$

$$N_{стен} = 0,760 \times 60,75 = 46,19 \text{ т.}$$

### 3.6.6 Общая нагрузка $\sum N = 46,19 + 51 = 96,97 \text{ т.}$

### 3.6.7 Напряжения в кладке без учета эксцентрической нагрузки:

$$F = 150 \times 38 = 5700 \text{ см}^2$$

$$\sigma = 96,97 / 5700 = 17 \text{ кг/см}^2$$

3.6.8 Эксцентricность нагрузки при большой сжимающей нагрузке дает увеличение напряжения не более 1-2%

3.6.9 Максимально возможное увеличение напряжения от воздействия ветра может достигать 20% от вертикальной нагрузки, тогда напряжение в кладке:

$$\sigma = 17 \times 1.2 = 20,4 \text{ кг/см}^2$$

3.6.10 Расчетное сопротивление нагрузке по табл. 2 СНиП II-22-81 для кладки из кирпичей керамических марки 200 на растворе марки 50  $R=22 \text{ кг/см}^2$ .

3.6.11 Напряжение в кладке  $\sigma=20,4 \text{ кг/см}^2 < R=22 \text{ кг/см}^2$ .

Выводы:

Для кирпичных зданий высотой до 9 этажей включительно применение кладки наружных несущих стен толщиной 380 мм из керамических кирпичей производства ООО «Пятый элемент» на тяжёлом кладочном растворе допускается, однако несущая способность каменной кладки используется на 94%, что требует армирования или повышения марки кирпича и раствора:

1. можно использовать кирпич марки 200 на растворе 100, но так как соблюсти правильный состав цементно-песчаного раствора на строительной площадке довольно сложно, то желательно поднять марку используемого кирпича до 250

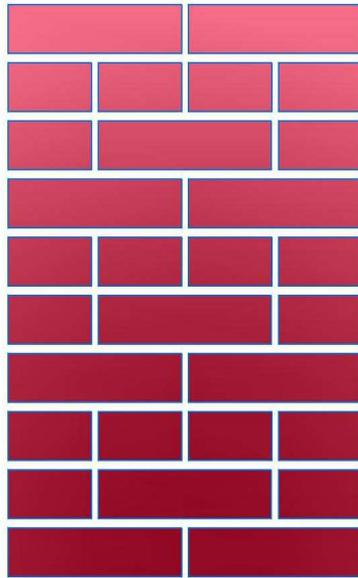
2. ввести конструктивное армирование арматурные сетки из стали диаметром 3 - 5 мм с ячейками не более 120x120 мм и не реже чем через пять рядов кладки.

При проектировании конкретных объектов необходимо выполнять расчеты кладки с учетом конструктивной схемы, высоты, геометрических размеров проемов, их кратности и пролетов.

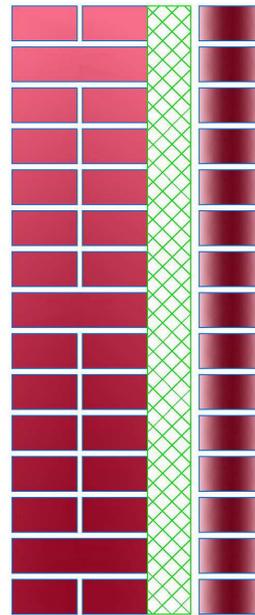
По результатам расчетов назначается армирование кладки, если необходимо, уменьшение марки кирпича и раствора по высоте здания с целью экономии высокопрочного кирпича и раствора.

#### 4. КОНСТРУКЦИИ СТЕН ИЗ КЕРАМИЧЕСКИХ КИРПИЧЕЙ

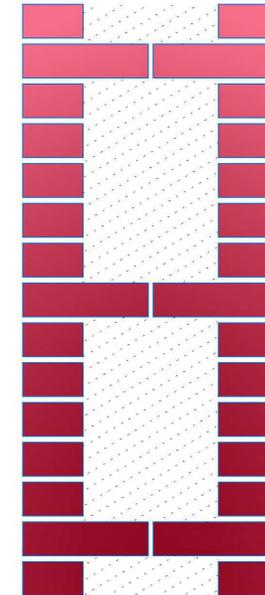
4.1. Стены из керамических кирпичей по типу кладки могут быть однослойные, многослойные, и облегченные



а) однослойные;



б) многослойные с облицовкой кирпичом;



в) колодцевая кладка

Рис.4.1 Типы стен

4.2. При кладке стен с лицевым слоем из кирпича рекомендуется обеспечивать смещение вертикальных швов наружного слоя относительно внутреннего слоя.

4.3 Сопряжения наружных и внутренних стен рекомендуется осуществлять перевязкой кладки из кирпичей (наружной стены) и кирпича внутренней стены, а также применением металлических анкеров.

4.4. В качестве металлических анкеров можно использовать металлические скобы диаметром 4-6 мм, Т-образные анкеры из полосовой стали толщиной 4 мм или сварные сетки из арматуры диаметром 4-6 мм. Связи между продольными и поперечными стенами должны быть установлены не менее чем в двух уровнях в пределах одного этажа.

4.5. Крепления перегородок к стенам допускается Т-образными анкерами или металлическими скобами, которые укладываются в стену в уровне горизонтальных швов перегородок и стен.

4.6. Металлические скобы и анкеры должны изготавливаться из нержавеющей или обычной стали с антикоррозийным покрытием.

4.7. Крепление облицовки к стенам из керамических кирпичей выполняется перевязкой с основной кладкой сплошными тычковыми рядами из кирпича.

4.8. Глубина опирания междуэтажных железобетонных плит перекрытий и плит покрытия на стены должна быть не менее 120 мм.

4.9 Для уменьшения эксцентриситета нагрузки от плиты перекрытия на стены в местах опирания рекомендуется прокладывать арматурную сетку диаметром 5 мм с размером ячейки 70 x 70 мм.

4.10. При кладке стен из керамических кирпичей толщина растворных горизонтальных швов принимается не менее 10 мм и не более 15 мм, в среднем 12 мм в пределах высоты этажа. Толщина вертикальных швов принимается от 8 до 15 мм, в среднем 10 мм.

#### 4.11 Виды кладок

4.11.1. **Сплошная кладка** позволяет возвести стену или её часть довольно большой прочности. Однако по СНиП «Строительная Теплотехника» кладка из кирпича должна удовлетворять условиям теплосбережения. Для Калининградской области сопротивление ограждающей конструкции должно быть не менее 2,67 м<sup>2</sup>С0/Вт. Чтобы выполнить эти условия наружная стена из сплошной кладки должна быть выполнена толщиной до 2,5 метров, либо утеплена специальными теплосберегающими материалами. Поэтому основные применения такого типа стены это:

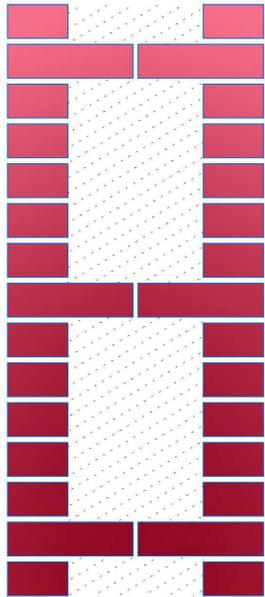
- фундаменты, цоколи,
- внутренние несущие или ненесущие стены,
- кладка каминов, заборов

- наружные стены промышленных зданий, где не требуется соблюдение правил теплотехники
- В пределах подоконных участков наружных стен ведут сплошную кладку двух-трех верхних рядов кирпичей, чтобы защитить их от проникания влаги, с этой же целью устраивают водостойкий отлив.

При сплошной кладке наружных стен перевязка швов может быть как в каждом ряду, так и через три или пять рядов. Прочность кладки существенно повышается, если через каждые три-пять рядов ее армируют стальной сеткой с ячейками 6-12 см.

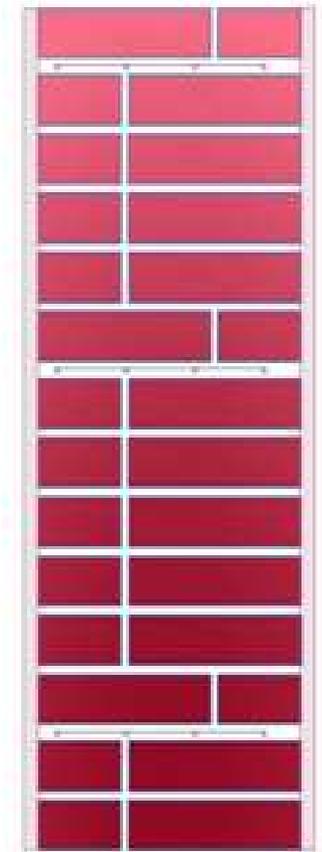
4.11.2. **Армированная кладка** может использоваться во всех типах стен и перевязках. Единственное условие применения армированной кладки – увеличить несущую способность стены или связать многослойную конструкцию стены. Армирующую сетку укладывают горизонтально в швы через определённое количество рядов кладки в соответствии с расчётом. Армирование повышает трещиностойкость, жёсткость здания, и увеличивает несущую способность стен от 15 до 50 %.

#### 4.11.3. Облегченная колодцевая кладка

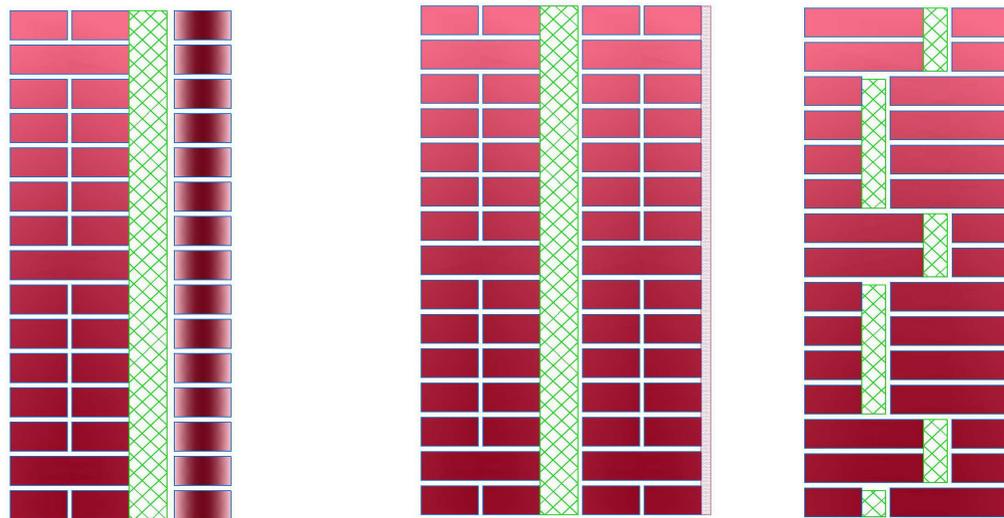


Применение облегченных кладок дает возможность уменьшить толщину стен, снизить и улучшить теплотехнические свойства и сэкономить кирпич и раствор.

Кладку облегченных стен можно вести в зданиях высотой **не более двух этажей** и верхних двух этажей многоэтажных зданий. Кладка состоит из двух наружных ложковых стен (верст), промежуток между которыми заполняют теплоизоляционными материалами— легким бетоном, блоками-вкладышами или шлаковой засыпкой с проливкой раствором.



#### 4.11.4 Многослойная кладка



а) Колодцевая кладка

б) кладка с утеплителем с  
лицевым слоем из кирпича

в) кладка с утеплителем с  
перевязкой основного и  
лицевого слоя из кирпича

Рис. 4.2. Виды многослойных стен

Основная несущая часть стены выкладывается сплошной из одинарного или модульного кирпича полнотелого или пустотелого с последующим утеплением теплоизоляционными материалами. Наружный слой может представлять собой офактуренную штукатурку или облицовочный кирпич. Возможно усиление стен армирующей сеткой по всей ширине и толщине стены.

## 5. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КЛАДКИ СТЕН ИЗ КЕРАМИЧЕСКИХ КИРПИЧЕЙ

5.1. Наружные стены из керамических кирпичей жилых, общественных и производственных зданий с нормируемой температурой внутреннего воздуха должны отвечать требованиям СНиП II-3-79 "Строительная теплотехника. Нормы проектирования" по сопротивлению теплопередачи, паропроницаемости, воздухопроницаемости и теплоустойчивости.

5.2. Требуемые сопротивления наружных стен из кирпичей воздухопроницаемости, паропроницаемости и их теплоустойчивость определяется расчетом по СНиП II-3-79, а также территориальными нормами.

5.3. Для снижения воздухопроницаемости наружных стен из керамических кирпичей кладку необходимо снаружи выполнять с расшивкой швов, а внутреннюю поверхность стены со штукатурным слоем толщиной 15-20 мм или применять обшивку из плотных материалов.

5.4. Теплозащитные свойства стен из кирпичей характеризуются сопротивлением теплопередаче  $R_0$  м<sup>2</sup> °С/Вт. Теплозащитные свойства стен, облицованных кирпичом, характеризуются приведенным сопротивлением теплопередаче  $R_0^{пр}$  м<sup>2</sup> °С/Вт

5.5. Приведенное сопротивление теплопередаче наиболее повторяемого участка наружной стены в здании из рядового кирпича в сочетании с лицевым кирпичом и внутренним штукатурным слоем определяется расчетом в зависимости от свойств применяемых материалов (кирпича и раствора).

5.6. Для города Калининграда по СНиП определены следующие сопротивления теплопередачи ограждающих конструкций зданий ( $R_{0тр}$  пр)

- 2.67 м<sup>2</sup>°С/Вт для жилых зданий
- 2.9 м<sup>2</sup>°С/Вт для лечебно-профилактических и оздоровительных учреждений, детских учреждений, школ и интернатов
- 1.83 м<sup>2</sup>°С/Вт для общественных (магазинов залов супермаркетов и др.), административных зданий и учреждений за искл. зданий с влажным и мокрым режимами использования
- 1,42 м<sup>2</sup>°С/Вт для промышленных зданий с нормальным режимом использования (при  $t_{0}=14^{\circ}\text{C}$  и продолжительностью отопительного периода 150суток)

\*все Сопротивления (кроме жилых зданий) определены условно исходя из наиболее часто-используемых и строящихся зданий. Однако следует понимать что каждое здание должно быть просчитано на сопротивление теплопередачи отдельно и подобрана или разработана наиболее теплоэффективная ограждающая конструкция.

## 6. УКАЗАНИЯ ПО ВОЗВЕДЕНИЮ КИРПИЧНОЙ КЛАДКИ

- 6.1. При возведении зданий из кирпичей следует руководствоваться СНиП 3.03.01-87 "Несущие и ограждающие конструкции", раздел 7 "Каменные конструкции" и настоящими рекомендациями.
- 6.2. При приготовлении и применении строительных растворов следует руководствоваться СП82-101-98 "Приготовление и применение строительных растворов".
- 6.3. В работе каменщика производительность труда зависит от способов кирпичной кладки и применения растворов. Кладка верст ведется тремя способами: вприжим, вприсык и вприсык с подрезкой, забутка — вполуприсык.
- 6.4. При выборе способа кладки учитывают пластичность раствора, влажность кирпича, время года, требования к чистоте фасада.
- 6.5. **Кладка вприсык** — ровным слоем расстилается раствор по стене, оставляется у края стенки маленькая грядка для заполнения вертикальных швов. Ширина раскладки раствора под ложковые ряды 7—8 см с отступлением от края стены на 2—2,5 см. Ширина раскладки раствора для тычкового ряда 20—22 см. Толщина раствора на середине грядки 2,5—3 см. Каменщик берет в каждую руку по кирпичу и кладет их плашмя наклонно на расстоянии около 10 см от ранее уложенного кирпича, и, постепенно поворачивая их и прижимая к постели, подвигает к ранее уложенному кирпичу. При этом перед нижним ребром кирпича образуется грядка раствора, который и заполняет вертикальный и горизонтальный швы, и зажимается в нем до тех пор, пока толщина шва не достигнет 10 мм, после кирпич осаживают нажимом рук, раствор не должен быть густым. Прием кладки вприсык используют для получения пустошовки (рис. 6.1).

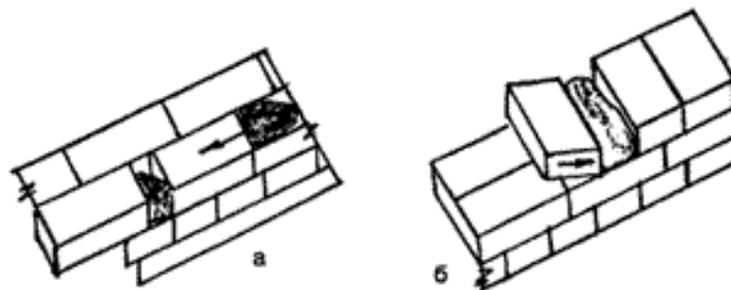


Рис. 6.1 Кладка кирпича вприсык

6.6. **Кладка вприжим.** Этим способом укладывают тычковые и ложковые кирпичи. Раствор применяется жесткий, поверхность стены расширяется. Укладка раствора с отступом от грани стены на 10—15 см, чтобы не получить утолщения. Рабочий тыльной стороной кельмы разравнивает раствор, одновременно устраивая постель для трех ложковых или пяти тычковых кирпичей (рис. 6.2).

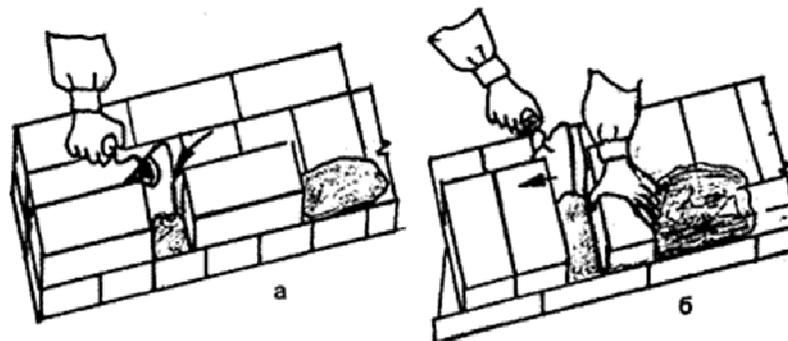


Рис. 6.2 Кладка кирпича вприжим

**Последовательность выполнения кладки вприжим:** каменщик держит в правой руке кельму, разравнивает ею растворенную постель, подгребает ребром кельмы часть раствора и прижимает к вертикальной грани уложенного ранее кирпича, левой рукой двигает новый кирпич к месту укладки. Опускает кирпич в подготовленную постель, продвигая его к ранее уложенному кирпичу, прижав к плоскости кельмы, потом, движением вверх вынимает кельму, а кирпич впритык придвигается к кирпичу. Подрезанный раствор каменщик набрасывает на растворную постель. Этот вид кладки считается наиболее прочным, заполнение швов хорошее, но процесс трудоемкий, так как каменщик совершает очень много лишних движений.

6.7. **Кладка вприсык с подрезкой** раствора (рис. 6.3) используется при возведении стен с полным заполнением вертикальных и горизонтальных швов и их последующей расшивкой. Раствор расстилается тем же способом, что и в кладке вприжим, отступив от лица стены на 10—15 см, кирпич укладывается так же, как при кладке вприсык, на постель. Излишки раствора, выступившего наружу, каменщик срезает кельмой, как при кладке вприжим. Для кладки вприсык раствор применяют более жесткий, чем для кладки без подрезки. Если раствор будет слишком пластичным, каменщик не будет успевать его срезать. Этот способ более трудоемкий по сравнению с кладкой вприсык, однако менее трудоемкий, чем способ вприжим.

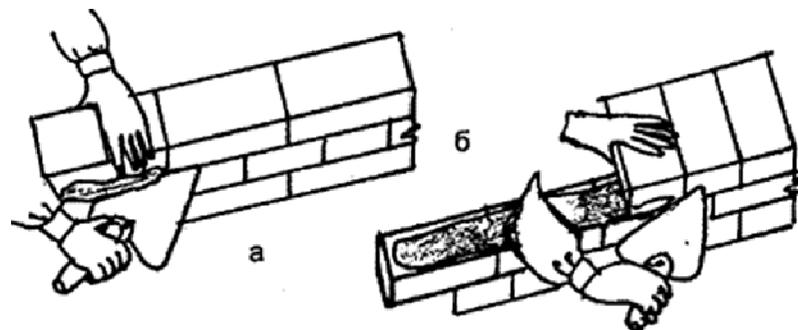


Рис. 6.3 Кладка кирпича впрыск с подрезкой

6.8. **Кладка вполоприсык.** Выполняют кладку кирпичей в забутку (рис. 6.4). Расстиляется раствор между наружной и внутренней верстой, разравнивается, после этого каменщик укладывает кирпичи в забутку. Работа выполняется сразу двумя руками, т. е. он кладет одновременно два кирпича. Кладка вполоприсык не сложная, ее может выполнять каменщик 2 разряда. Для удобства кирпич держат плашмя, с расстоянием 8 см от ранее уложенного. Кирпич постепенно опускают в растворную постель, загребая ребром немного раствора, и продвигают к ранее уложенному кирпичу. Осаживают на месте кирпич, нажав на него руками. Недостаточно заполненные вертикальные швы заполняются при расстилании раствора для следующего ряда кладки, но поперечные швы заполняются полностью между кирпичами. В зависимости от сложности кирпичной кладки ее выполняют каменщики разных разрядов: сложную ведет мастер-каменщик, простую — подсобный рабочий. Звенья по два человека («двойки») ведут простую кладку, звенья «тройки», «четверки», «пятерки» — очень сложную кладку. Причем каждое звено выполняет свой участок работы-«делянку», здесь требуются каменщики разной квалификации. Одновременно с каменщиками работают плотники, которые устраивают настилы, подмости. Однако каменщики являются основными звеньями и главное в их работе — это распределение труда между рабочими разной квалификации. На границах делянок устанавливаются порядовки и натягиваются причалки, как правило, не реже, чем через 12м. Шнур-причалку располагают через каждые 5 м, чтобы не было провисания укладывают на маячные кирпичи (рис. 6.5.).

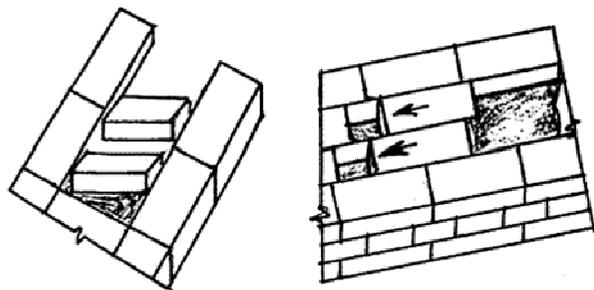


Рис. 6.4 Кладка забутки вполуприсык



Рис. 6.5 Устройство шнура-причалки в кладке

6.9 Некачественное заполнение вертикальных и поперечных швов уменьшает теплозащитные свойства кладки, так как увеличивается продуваемость стен. Постели кирпича плотно прижимают к забутке, и верхняя поверхность с верстовыми камнями должна быть на одном уровне. Причалку для наружной версты устанавливают и крепят по порядковкам, а для внутренней стены с помощью скоб. Принятая система перевязки определяет последовательность укладки отдельных кирпичей в стенку, и тем самым влияет на технику кладки. При однорядной перевязке швов вначале укладываются тычковые кирпичи наружной версты. Потом — внутренние версты и забутка. При многорядной системе перевязки швов кирпичи укладывают ступенчатым, или смешанным способом (рис. 6.6).

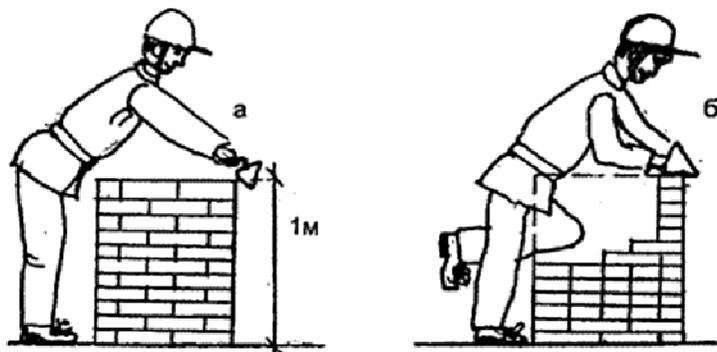
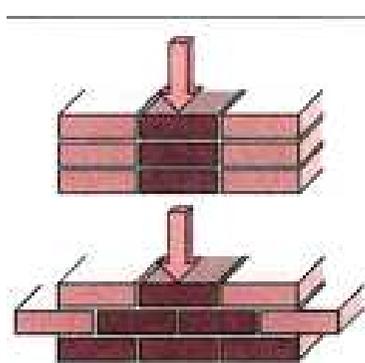


Рис. 6.6. Ступенчатый способ: а - порядный способ; б - ступенчатый способ при многорядной перевязке

6.10. При ступенчатом способе перевязки после тычковой версты первого ряда и ложковой версты второго и шестого рядов укладывают внутреннюю тычковую версту первого ряда, затем пять рядов внутренней версты и забутки. При выполнении смешанного способа кладут порядно обе версты, после них забутку. Так ведут десять рядов кладки, а с одиннадцатого ряда применяют ступенчатый способ кладки.

## 7. ПЕРЕВЯЗКА СТЕН

7.1. С целью придания кирпичной кладке прочности и монолитности используется система **перевязок** – определенный порядок укладки кирпичей относительно друг друга. Различаются перевязки вертикальных, продольных и поперечных швов.



**Перевязка продольных швов** необходима для предотвращения "расслаивания" стены по вертикали и для более равномерного распределения нагрузок по длине стены. **Перевязка поперечных швов** выполняется для создания продольной связи между кирпичами. Кроме того, поперечная перевязка служит для распределения нагрузки по всей толщине кирпичной кладки.

7.2 Наиболее часто встречающиеся системы перевязки – **однорядная** (цепная) и **многорядная**. Однорядная перевязка характеризуется чередованием ложковых и тычковых рядов кирпичной кладки.

При этом поперечные швы в соседних рядах сдвинуты на четверть кирпича относительно друг друга, а продольные – на полкирпича. Вертикальные швы нижележащего ряда перекрываются кирпичами верхнего ряда. При многорядной перевязке кирпичной кладки тычковые ряды кладутся через несколько ложковых рядов (см. рис. 3).

Существуют ограничения по количеству ложковых рядов между тычковыми в зависимости от толщины кирпича. Для кладки из одинарного кирпича (65 мм) – один тычковый ряд на шесть рядов кирпичной кладки. Для кладки из утолщенного кирпича (88 мм) – один тычковый ряд на пять рядов кирпичной кладки.

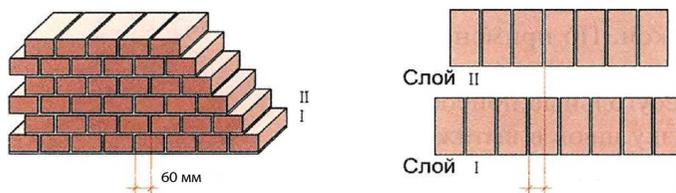
При этом вертикальные швы в четырех ложковых рядах перекрываются ложками смежных рядов на полкирпича, а швы верхнего ряда перекрываются тычками шестого ряда на четверть кирпича. Подобная кирпичная кладка называется пятирядной. Однако такая перевязка осуществима лишь при толщине стены не менее, чем в кирпич.

7.3 Если кирпичная кладка выполняется в половину или в четверть кирпича, ее необходимо армировать. Для этого используются металлическая сетка или арматурная проволока, которые укладываются в швы через 4–6 рядов.

### 7.4. Серединная перевязка

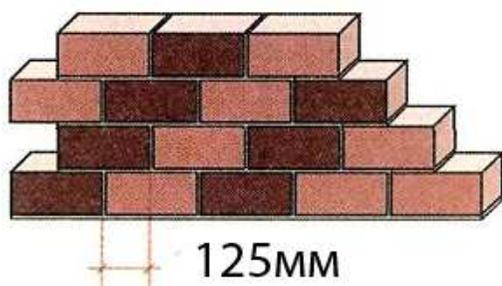
При серединной перевязке различают ложковую перевязку, тычковую перевязку, цепную или однорядную перевязку, а также крестовую перевязку.

### 7.4.1 Тычковая перевязка



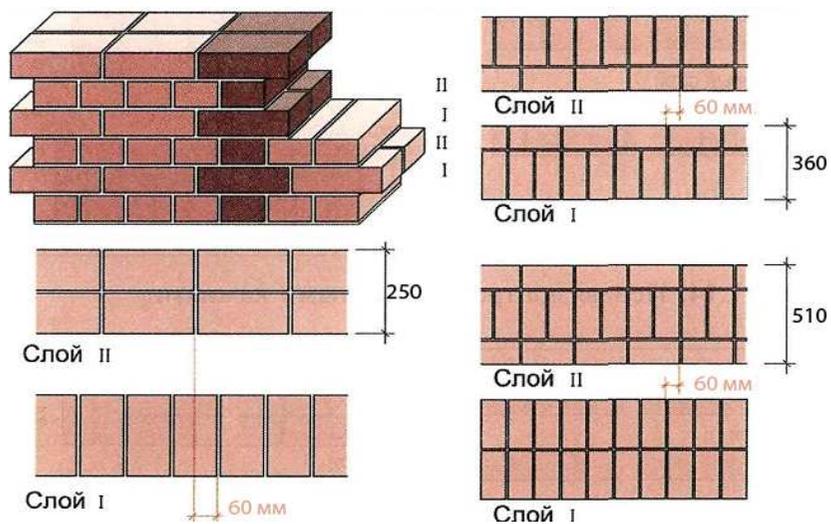
При тычковой перевязке все слои состоят из тычковых кирпичей. Слои относительно друг друга смещены на 60 мм. Эта перевязка дает толщину стены 25 см. Такая перевязка применяется редко.

### 7.4.2 Ложковая перевязка



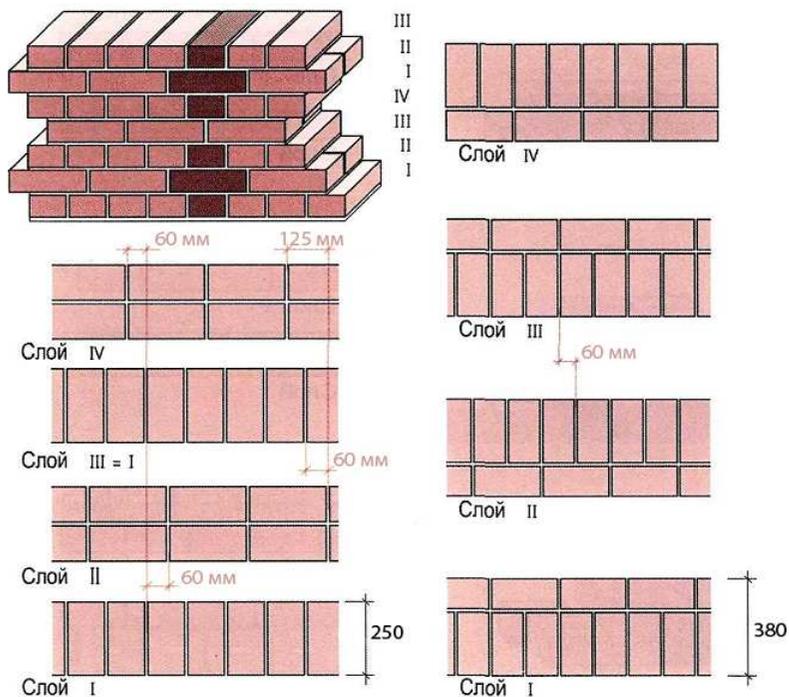
При ложковой перевязке все слои состоят из ложков. Как правило, два лежащих друг над другом кладочных кирпича при всех форматах кирпичей смещаются на 125 мм или на 60. Однако размер перевязки должен составлять не менее 45 мм. Ложковая перевязка применяется только при толщинах стен 120 мм.

### 7.4.3 Цепная кладка



При цепной кладке регулярно меняются ложковые и тычковые слои. Начинают с тычкового слоя. Лежащий над ним слой должен быть ложковым. Он состоит из двух лежащих рядом друг с другом ложковых рядов кирпичей. Ложки смещены относительно тычков на 60 мм.

### 7.4.4 Крестовая перевязка



Крестовая перевязка получается, когда ложковый слой смещается по отношению к тычковому слою на 60 мм и кроме того, ложковые ряды смещаются относительно друг друга на 125 мм

Крестовая перевязка возможна только при толщине стен начиная с 250 мм.

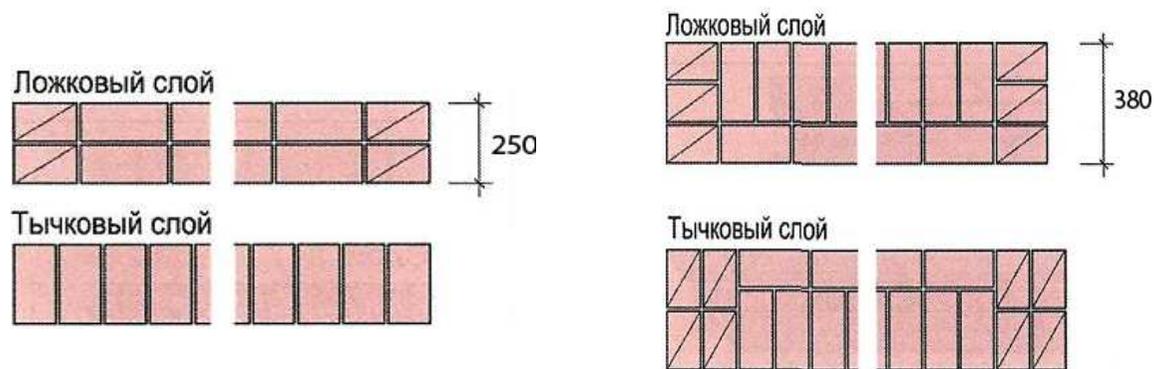
Если крестовая перевязка применяется при толщине кладки начиная с 380 мм, то ложки и тычки лежат в одном слое. Однако на фасаде стены в ложковом слое видны только ложки, а в тычковом слое — только тычки. Внутри слоя кладки здесь могут стыковые швы проходить через всю толщину стены. Крестовая перевязка повторяется через каждые 4 слоя.

### 7.5. Концевая перевязка

Обе торцовых части стены называют концами стены. Если свободно стоящая стена короткая, то говорят о кирпичных столбах или пилонах (короткие стены). Подобные правила действуют для устройства выступов и ниш.

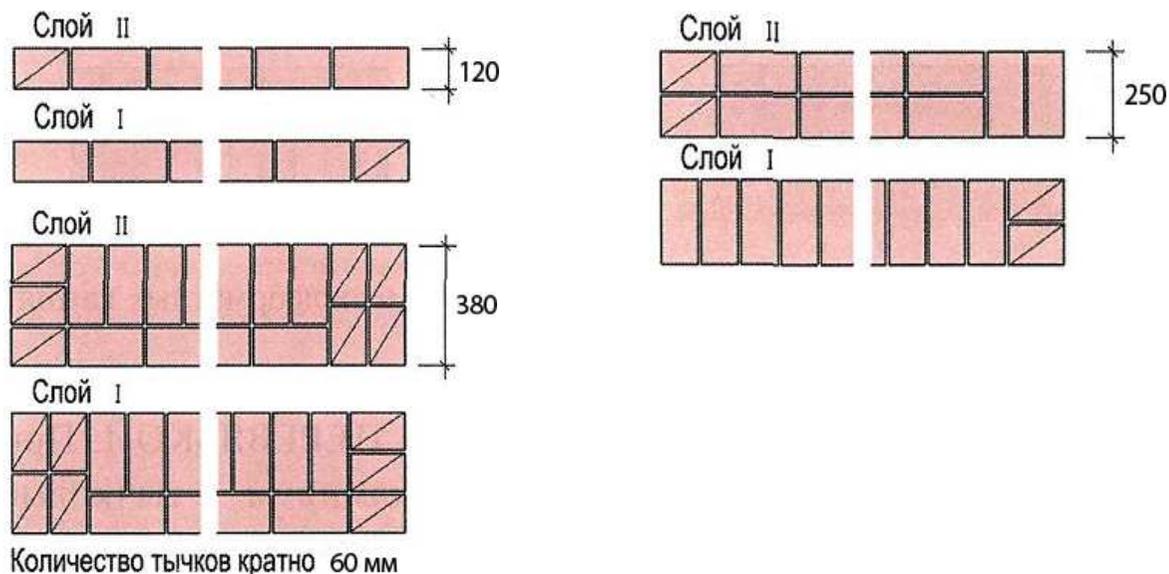
#### 7.5.1. Трехчетвертная перевязка

При этом виде ложковые ряды заканчиваются трехчетвертными кирпичами, а тычковые ряды — целыми кирпичами. Трехчетвертная перевязка может применяться, когда длина стены намного больше 125 мм.

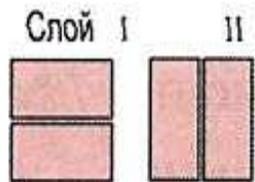


### 7.5.2 Переброшенная перевязка

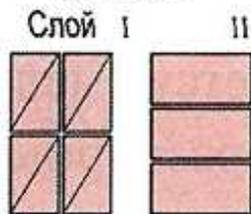
Если при толщинах стен начиная с 250 мм длина стены составляет кратное значение 60 мм, то конец стены может быть выложен только с ПЕРЕБРОШЕННОЙ ПЕРЕВЯЗКОЙ. Начинают на одном конце стены, как при трехчетвертной перевязке. Ложковые слои начинаются с трехчетвертных кирпичей, тычковые слои — с целых кирпичей. На другом конце стены ложковый ряд заканчивается тычками, а ложковый — трехчетвертными кирпичами, как ложками.



### 7.6. Столбы кладки



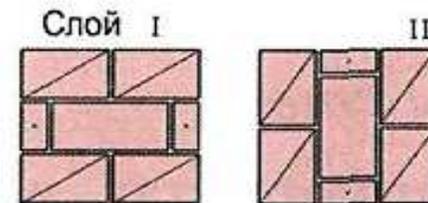
250x250



250x380

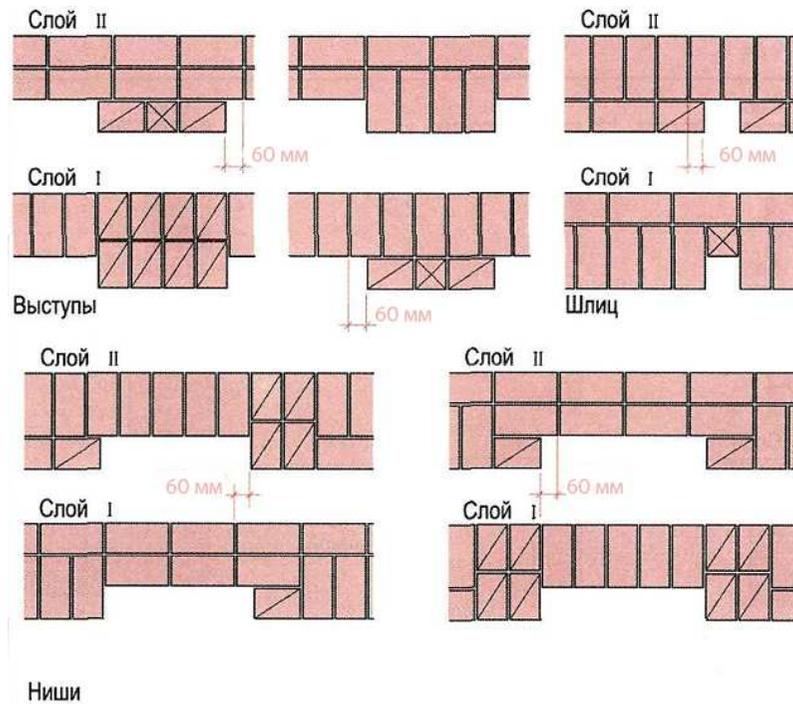
Столбы из кладочного кирпича — это конструкции с минимальным поперечным сечением. Для обеспечения несущей способности необходимо, чтобы размер перевязки составлял не менее 4,5 см. Расположение швов над швами недопустимо.

Для столбов прямоугольного сечения действуют те же правила, что и для концов стен. Самым важным при этом является менять послойно ложки и тычки. Также и квадратные столбы из кладки в первом слое выкладываются как короткие концы стен. Каждый следующий слой выкладывается с поворотом на 90° или на 180° по отношению к первому слою.



380x380

## 7.7. Выступы и ниши

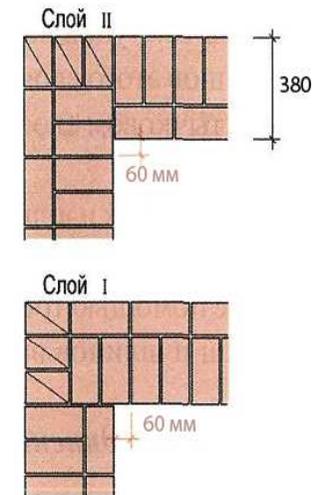
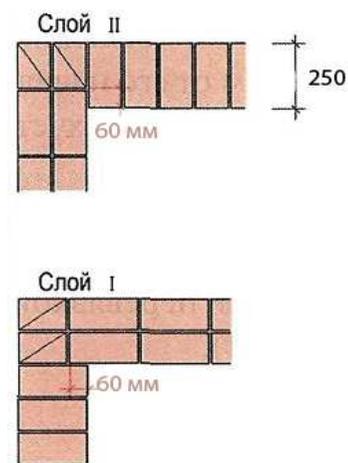
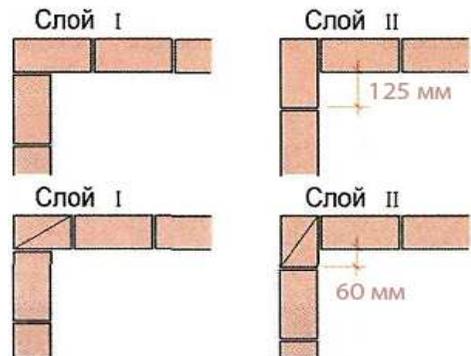


Выступы и ниши увеличивают или уменьшают толщину стены. Ниши небольшой ширины называют шлицами и выкладываются как ниши. При выкладывании выступов наружный ложковый слой идет непрерывно; последний нормальный шов этого слоя перед выступом располагается на 60 мм от его начала. В тычковом слое выступ перевязывается со стеной, например трехчетвертными кирпичами.

В стеновых нишах и шлицах ложковые и тычковые слои проходят по всей длине и смещаются на ширину ниши или шлица. Каждый слой заканчивается как на конце стены с помощью трехчетвертных кирпичей или переброшенной перевязкой.

## 7.8. Присоединение стен под прямым углом

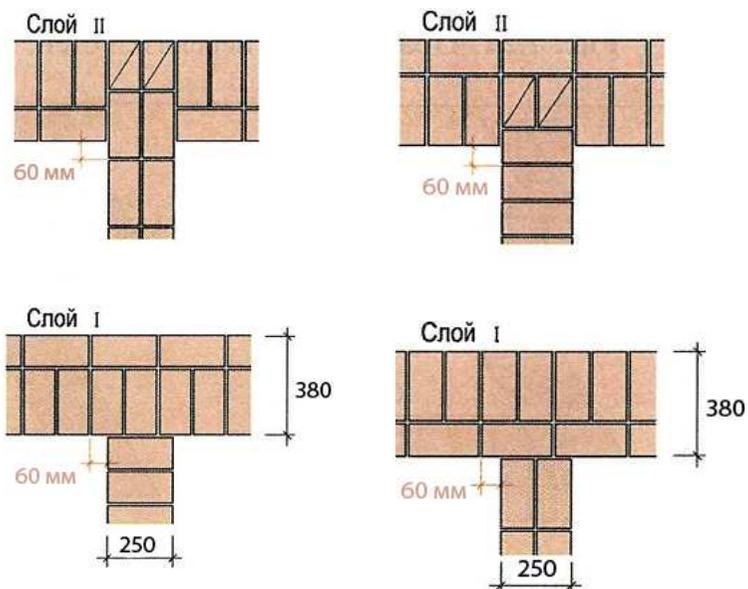
### 7.8.1 Углы стен



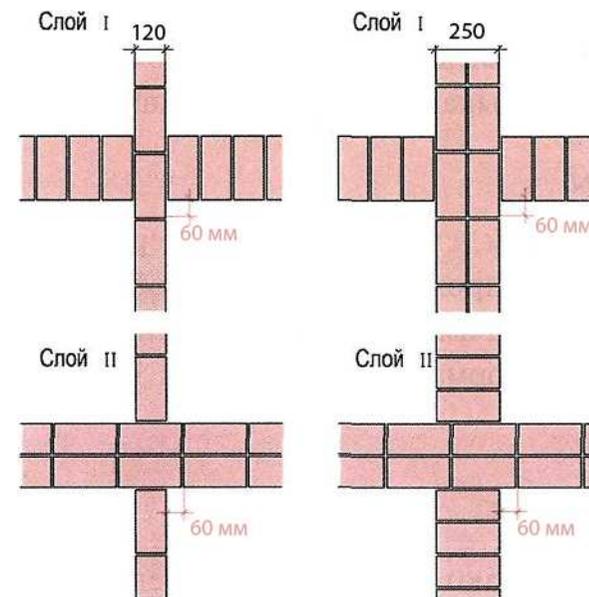
Углы стен выкладываются так, что при толщине стены в один кирпич каждый слой проходит насквозь, чередуясь друг с другом.

В случае стен толщиной в два или три кирпича створ слоя, перевязывающегося в продольном направлении, не изменяется, а слой, перевязывающийся в поперечном направлении, — присоединяется. Поперечные и продольные вертикальные швы в слое, перевязывающемся в поперечном направлении, в углу устраиваются таким образом, чтобы швы не совпадали по вертикали и чтобы перевязка выдерживалась. В кладке из мелкоформатных камней в углу так же, как и в концах стен, применяются трехчетвертные кирпичи.

### 7.8.2 Присоединения стен



При присоединениях стен (присоединение стены, стык стен) проходящие и присоединяющиеся стены должны выкладываться одновременно до самого верха. Другим способом является выкладывание присоединяющейся стены ступенчатым образом. Каждый второй слой присоединяющейся стены должен быть перевязан с проходящей стеной. Таким образом, при соединении стен обеспечивается крепкая связь. Независимо от толщины каменной кладки регулярный шов проходящего насквозь слоя смещается на 60 мм. Если нужно присоединить стену, которая не позволяет устройство смещенных швов с проходящей стеной, например, можно заменить в месте примыкания стен формат камней.



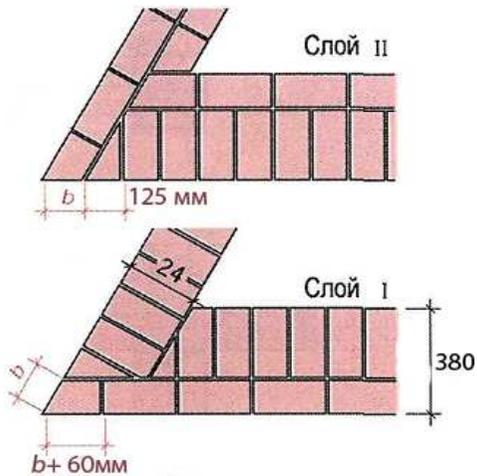
### 7.8.3 Перекрещивающиеся стены

При стенах, пересекающихся под прямым углом, слои проходят попеременно насквозь. Каждый регулярный шов проходящего слоя необходимо смещать относительно примыкающего слоя на 60 мм

## 7.9 Косоугольные присоединения стен

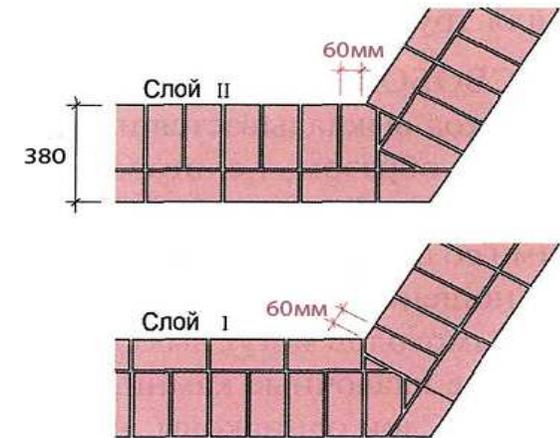
При косоугольных присоединениях стен различают углы стен, присоединения стен и перекрещивание стен.

### 7.9.1 Углы стен

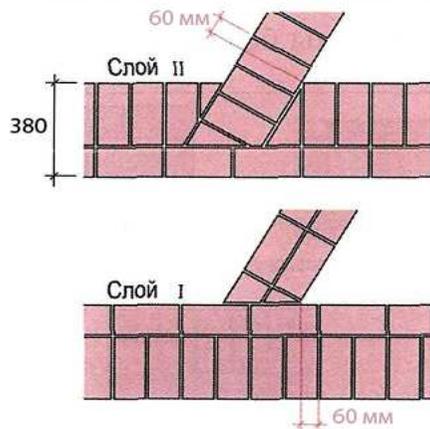


**ОСТРОУГОЛЬНЫЕ УГЛЫ СТЕН** выкладываются с внешнего угла. Угловой кирпич проходящего слоя своей длинной стороной должен примерно соответствовать трехчетвертному кирпичу. Этот размер получают, когда к косому размеру  $b$  обрезаемого кирпича еще добавляют 60 мм.

**ТУПОУГОЛЬНЫЕ УГЛЫ СТЕН** выкладываются с внутреннего угла. Совпадения швов по вертикали можно избежать, если регулярный шов проходящего слоя смещен минимум на 60 мм от внутреннего угла. В остальном действуют те же правила перевязки, что и при прямоугольной кладке.

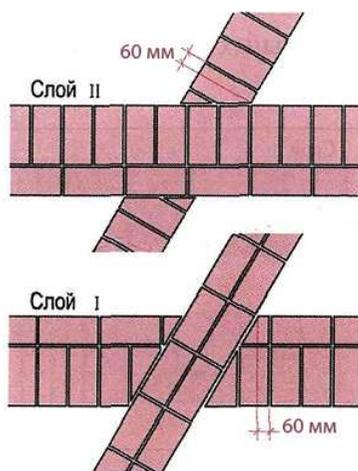


### 7.9.2. Косоугольные присоединения стен



При косоугольных присоединениях стен присоединяемый слой заводится до ложкового ряда проходящего слоя. Для того чтобы избежать совпадения швов по вертикали, последний регулярный шов проходящего слоя смещается не менее чем на 60 мм от внутреннего угла. Регулярный шов присоединяемого слоя лежит всегда у внутреннего угла. Слои попеременно проходят насквозь (или почти насквозь) и перевязываются.

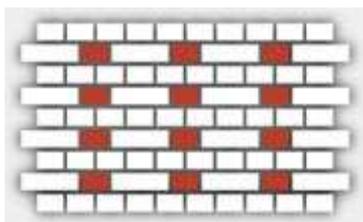
### 7.9.3 Косоугольные перекрещивания стен



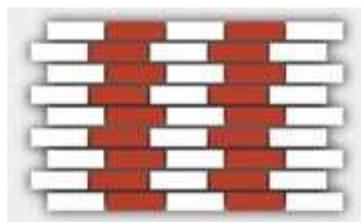
При косоугольных перекрещиваниях стен не бывает совпадений швов по вертикали, если все регулярные швы смещены относительно внутреннего угла не менее чем на 60 мм. В остальном можно применять правила при косоугольном присоединении стен.

### 7.9 Декоративные перевязки

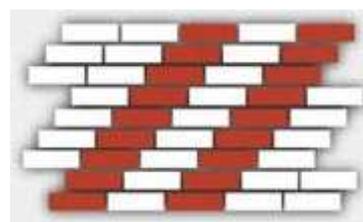
Декоративные перевязки используются для облицовок и декоративных элементов и остаются неоштукатуренными. Декоративные перевязки служат для украшения каменной кладки, например в стенах ограждений или при кладке заполнения в фахверковом строительстве. В качестве декоративных перевязок могут служить исторические типы кладок.



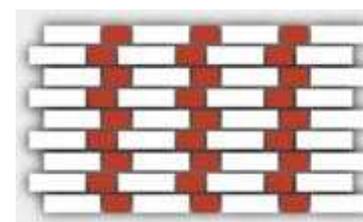
Голландская кладка



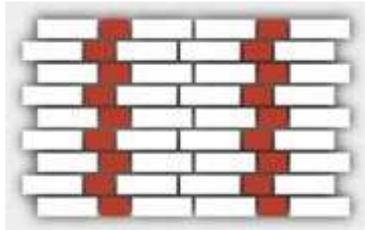
Ложковая кладка –  
смещение на 1/4 кирпича



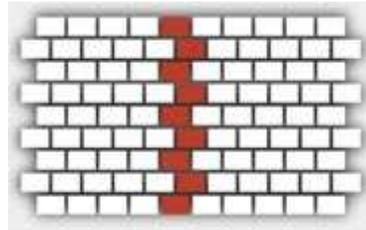
Ложковая кладка  
- косое смещение на 1/4  
кирпича



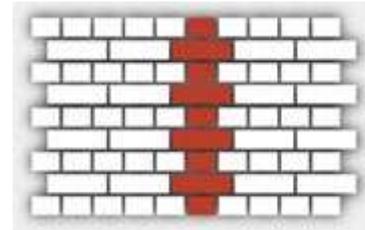
Готическая кладка



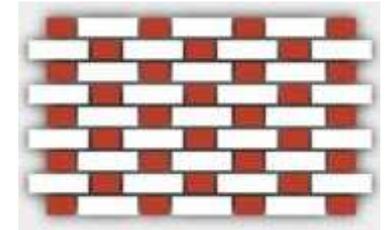
Силезская кладка



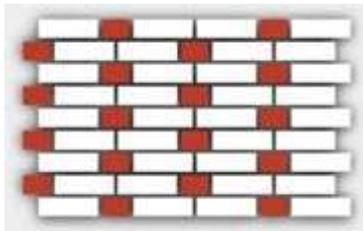
Тычковая кладка



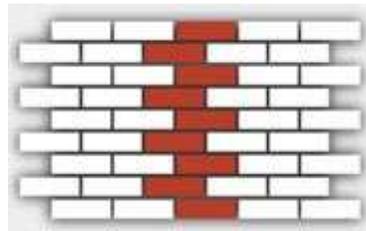
Крестовая кладка



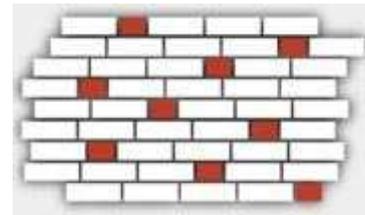
Фламандская кладка



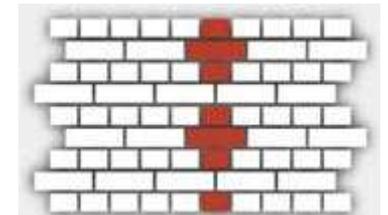
Цепная кладка



Ложковая кладка -  
смещение на 1/2  
кирпича



Цепная кладка



Крестовая кладка

## 8. КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ СТЕН ИЗ КЕРАМИЧЕСКИХ КИРПИЧЕЙ.

Ограждающая конструкция		Сопротивления теплопередаче при толщине несущей стены (R0)	
Изображение, тип	конструкция	250мм	380мм
<b>Одинарный кирпич</b>			
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. сплошной рядовой</li> <li>2. утеплитель <math>\delta=80\text{мм}</math></li> <li>3. воздушная прослойка <math>\delta=15\text{ мм}</math></li> <li>4. облицовочный пустотелый</li> </ol>	3,65	3,96
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. пустотелый рядовой</li> <li>2. утеплитель <math>\delta=80\text{мм}</math></li> <li>3. воздушная прослойка <math>\delta=15\text{ мм}</math></li> <li>4. облицовочный пустотелый</li> </ol>	4,02	4,52

	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. сплошной рядовой</li> <li>2. утеплитель <math>\delta=50\text{мм}</math></li> <li>3. воздушная прослойка <math>\delta=10\text{ мм}</math></li> <li>4. пустотелый рядовой</li> <li>5. штукатурка</li> </ol>	2,89	3,20
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. пустотелый рядовой</li> <li>2. утеплитель <math>\delta=50\text{мм}</math></li> <li>3. воздушная прослойка <math>\delta=10\text{ мм}</math></li> <li>4. пустотелый рядовой</li> <li>5. штукатурка</li> </ol>	3,25	3,75
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. сплошной рядовой</li> <li>2. воздушная прослойка <math>\delta=20\text{ мм}</math></li> <li>3. утеплитель <math>\delta=80\text{мм}</math></li> <li>4. офактуренная штукатурка или краска</li> </ol>	3,28	3,59
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. пустотелый рядовой</li> <li>2. воздушная прослойка <math>\delta=20\text{ мм}</math></li> <li>3. утеплитель <math>\delta=80\text{мм}</math></li> <li>4. офактуренная штукатурка или краска</li> </ol>	3,65	4,15

Ограждающая конструкция		Сопротивления теплопередаче при толщине несущей стены (R0)	
Изображение, тип	конструкция	250мм	380мм
<b>Модульный (утолщённый) кирпич</b>			
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. пустотельный рядовой</li> <li>2. утеплитель <math>\delta=50\text{мм}</math></li> <li>3. воздушная прослойка <math>\delta=12\text{ мм}</math></li> <li>4. облицовочный пустотельный</li> </ol>	3,2	3,75
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. пустотельный рядовой (с внутренней стороны)</li> <li>2. утеплитель <math>\delta=50\text{мм}</math></li> <li>3. воздушная прослойка <math>\delta=15\text{ мм}</math></li> <li>4. пустотельный рядовой</li> <li>5. штукатурка</li> </ol>	3,25	3,75

	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. пустотелый рядовой (с внутренней стороны)</li> <li>2. воздушная прослойка <math>\delta=20</math> мм</li> <li>3. утеплитель <math>\delta=50</math>мм</li> <li>4. штукатурка</li> </ol>	2,79	3,29
--	---	------	------

\*для подсчёта сопротивления ограждающей конструкции были приняты пенополистирольные плиты  $\delta=80$ мм и  $\delta=50$ мм, полученные значения многослойных стен во много превосходят требуемое сопротивление для г. Калининграда, следовательно для уменьшения затрат на утепления можно использовать иной утеплитель. НО с такими значениями удельной теплоёмкости при которых соблюдаются требования теплотехники.

Применять стены толщиной более 380 мм рекомендуется только в целях увеличения несущей способности ограждающей конструкции.

Общее сопротивление теплопередаче:

$$R_0 = 1/\alpha_v + \delta_1/\lambda_1 + R_{в.п.} + x/\lambda_3 + \delta_4/\lambda_4 + 1/\alpha_n,$$

$$\alpha_v = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{С})$$

$$\alpha_n = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{С})$$

$R_{в.п.}$  – сопротивление воздушной прослойке при  $\delta=15$ мм  $R_{в.п.}=0,15 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{С})$ .

$\lambda_n$  – удельная теплоёмкость материала

$\delta_n$  – толщина используемого материала

Необходимо выполнение условия теплотехники:

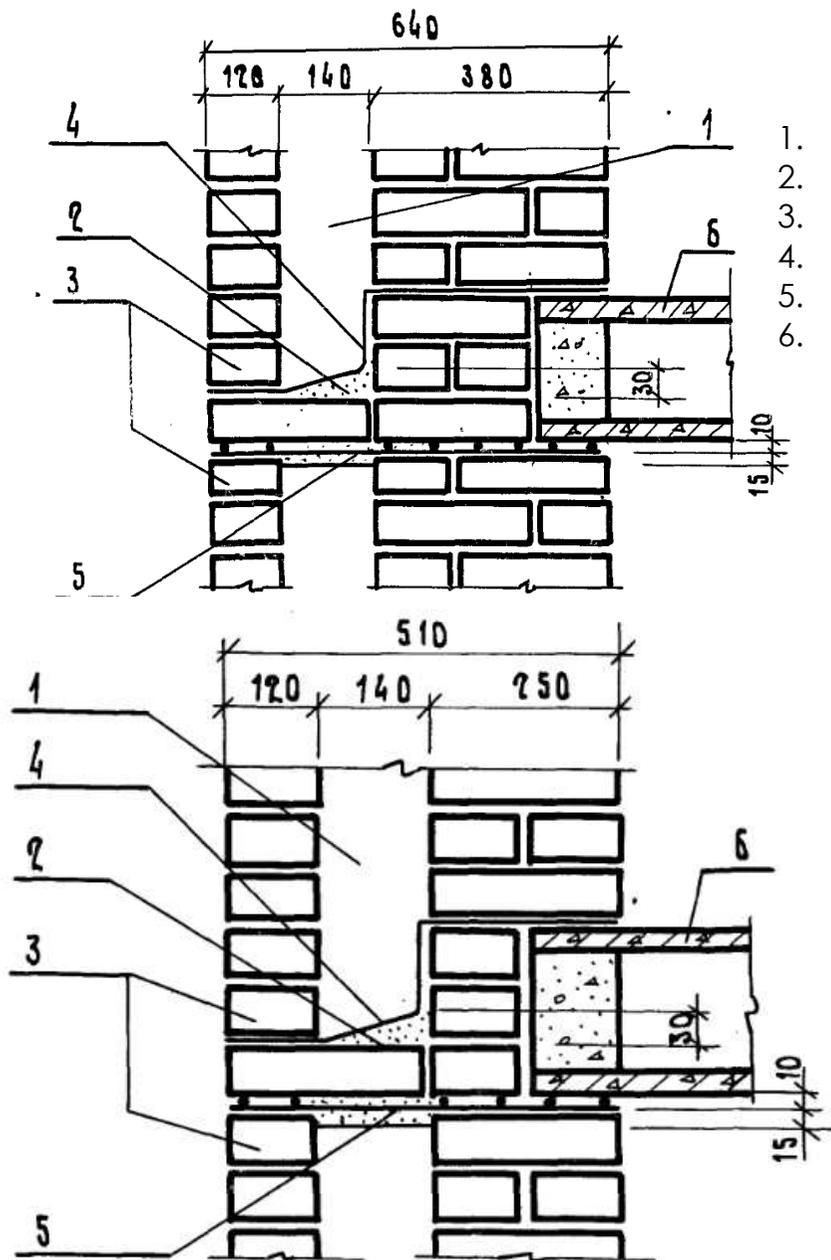
$$R_0 \geq R_{0тр}$$

$R_{0тр}$  пр необходимо определить для каждого здания по:

СНиП СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий.

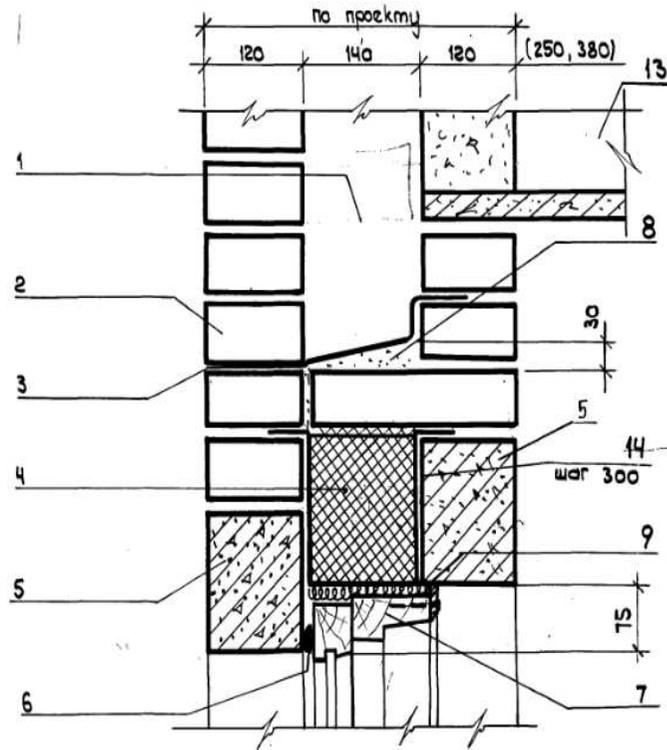
СНиП 23-01-99. Строительная климатология

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1**  
**УЗЛЫ ОПИРАНИЯ Ж/Б ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЯ НА ГЛУХИЕ СТЕНЫ**



1. Утеплитель
2. Цементный раствор
3. Открытые вертикальные швы
4. Гидроизоляционный фартук из 2 слоев рубероида
5. Сетка арматурная
6. Ж/б плита перекрытия

## УЗЛЫ ОПИРАНИЯ Ж/Б ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЯ НА СТЕНЫ С ПРОЕМАМИ



1. Утеплитель
2. Открытые вертикальные швы (в пределах проема)
3. Гидроизоляционный сливной фартук
4. ПСБ С
5. Ж/б перемычка
6. Уплотнение по проекту
7. Оконная или дверная коробка
8. Цементный раствор
9. Смоленая пакля

## РАЗДЕЛ III. ТЕПЛОТЕХНИКА

### Введение

В Настоящем руководстве изложена методика определения сопротивления теплопередачи наружных стен гражданских зданий, выполненных из керамических стеновых блоков ООО «Пятый элемент», на основании расчета здания по показателю удельного расхода тепловой энергии.

#### Порядок расчета.

1. Назначается класс энергетической эффективности Объекта согласно требований [1] и таблице 1.

Таблица 1 - Классы энергетической эффективности зданий

Обозначение класса	Наименование класса энергетической эффективности	Величина отклонения расчетного (фактического) значения удельного расхода тепловой энергии на отопление здания $q_h^{des}$ от нормативного, %
A	<i>Очень высокий</i>	Менее минус 51
B	Высокий	От минус 10 до минус 50
C (для реконструируемых зданий)	<b>Нормальный</b>	От плюс 5 до минус 9

2. Определяется удельный расход тепловой энергии на отопление здания,  $q_h^{des}$ , кДж/(м<sup>2</sup>·°C·сут).

а) при подключении их к системам централизованного теплоснабжения по таблице 2 или 3;

б) при устройстве в здании поквартирных и автономных (крышных, встроенных или пристроенных котельных) систем теплоснабжения или стационарного электроотопления - величиной, принимаемой по таблице 8 или 9, умноженной на коэффициент  $\varepsilon$ , рассчитываемый по формуле [1]:

$$\varepsilon = \varepsilon_{dec} / \varepsilon_0^{des}, \quad (1)$$

где  $\varepsilon_{dec}$ ,  $\varepsilon_0^{des}$  - расчетные коэффициенты энергетической эффективности поквартирных и автономных систем теплоснабжения или стационарного электроотопления и централизованной системы теплоснабжения соответственно, принимаемые по проектным данным осредненными за отопительный период или определяемые расчетом.

Расчетный коэффициент энергетической эффективности систем отопления и централизованного теплоснабжения здания  $\varepsilon_0^{des}$  определяется по формуле [2]:

$$\varepsilon_0^{des} = (\chi_1 \varepsilon_1)(\chi_2 \varepsilon_2)(\chi_3 \varepsilon_3)(\chi_4 \varepsilon_4), \quad (2)$$

где  $\chi_1$  - расчетный коэффициент теплопотерь в системах отопления здания;  $\varepsilon_1$  - расчетный коэффициент эффективности регулирования в системах отопления здания;  $\chi_2$  - расчетный коэффициент теплопотерь распределительных сетей и оборудования тепловых (центральных и индивидуальных) и распределительных пунктов;  $\varepsilon_2$  - расчетный коэффициент эффективности регулирования оборудования тепловых (центральных и индивидуальных) и распределительных пунктов;  $\chi_3$  - расчетный коэффициент теплопотерь магистральных тепловых сетей и оборудования системы теплоснабжения от источника теплоснабжения до теплового или распределительного пункта;  $\varepsilon_3$  - расчетный коэффициент эффективности регулирования оборудования системы теплоснабжения от источника теплоснабжения до теплового или распределительного пункта;  $\chi_4$  - расчетный коэффициент теплопотерь оборудования источника теплоснабжения;  $\varepsilon_4$  - расчетный коэффициент эффективности регулирования оборудования источника теплоснабжения.

Расчетный коэффициент энергетической эффективности систем отопления и децентрализованного (поквартирной, индивидуальной и автономной систем) теплоснабжения здания  $\varepsilon_{dec}$  определяется по формуле [2]:

$$\varepsilon_{dec} = (\chi_1 \varepsilon_1)(\chi_4 \varepsilon_4), \quad (3)$$

где  $\chi_1$ ,  $\varepsilon_1$ ,  $\chi_4$ ,  $\varepsilon_4$  - то же, что и в формуле (2).

Значения коэффициентов, входящих в формулы (2) и (3), следует принимать с учетом требований СНиП 41-01 и по данным проекта осредненными за отопительный период.

При отсутствии проектных данных значения коэффициентов, входящих в формулы (2) и (3), рекомендуется принимать следующими [2]:  $\chi_1 = 1$ ;  $\varepsilon_1 = 1$  - при наличии автоматического регулирования температуры воздуха внутри помещений, включая автоматическое регулирование притока и вытяжки наружного воздуха;  $\varepsilon_1 = 0,9$  - при отсутствии автоматического регулирования притока и вытяжки наружного воздуха;  $\chi_4$  - принимается по паспортным или проектным данным для источника теплоты;  $\varepsilon_4 = 1$  - при поквартирном (индивидуальном) теплогенераторе, а также при автономном источнике теплоты и автоматическом раздельном регулировании (в том числе и

пофасадном) отпуска теплоты для систем отопления, вентиляции и горячего водоснабжения;  $\varepsilon_4 = 0,85 - 0,88$  - при отсутствии этих систем регулирования.

Расчетный коэффициент энергетической эффективности  $\varepsilon_0^{des}$  систем отопления и теплоснабжения зданий, индивидуальные тепловые пункты которых подключаются через распределительные тепловые сети к локальным или централизованным источникам теплоты, следует определять с учетом всех коэффициентов оценки энергетической эффективности, входящих в формулу (2). При этом рекомендуется принимать следующие значения коэффициентов [2]:

а) значения коэффициентов  $\chi_1$  и  $\varepsilon_1$  принимаются как для формулы (2);

б) значение коэффициента  $\chi_2$  для оборудования тепловых пунктов принимается по данным проекта и паспортных данных используемого оборудования и не должно быть ниже 0,97;

значение коэффициента  $\varepsilon_2$  для оборудования тепловых пунктов следует принимать равным:

0,98-1,0 - для полностью автоматизированных тепловых пунктов с отдельными контурами циркуляции на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение, с автономным поддержанием температуры теплоносителя в зависимости от температуры наружного воздуха для систем отопления и вентиляции, обеспечивающих количественно-качественное пофасадное регулирование в зависимости от теплопотребления здания;

не более 0,8 - для автоматизированных тепловых пунктов с элеваторными узлами, работающими только по графику качественного регулирования;

в) значение коэффициента  $\chi_3$  следует принимать для вновь проектируемых магистральных тепловых сетей; для действующих магистральных тепловых сетей - расчетом отношения количества подпитки к объему циркуляции в системе; при отсутствии данных для магистральных тепловых сетей, эксплуатируемых до 10 лет, - по проекту, более 10 лет, - 0,9;

значение коэффициента  $\varepsilon_3$  для магистральных и распределительных тепловых сетей следует принимать равным 0,88 с тепловыми пунктами, оборудованными элеваторными узлами; с тепловыми пунктами, оборудованными насосами смешения с регулируемым электроприводом, значение коэффициента  $\varepsilon_3$  допускается принимать равным 1;

г) значение коэффициента  $\chi_4$  для действующего централизованного или локального источника теплоты следует принимать по эксплуатационным данным; при отсутствии этих данных - принимают по экспертной оценке путем обследования технического состояния основного и вспомогательного оборудования;

д) значение коэффициента  $\varepsilon_4$  следует принимать в зависимости от степени обеспечения количественно-качественного регулирования оборудования централизованного или локального источника теплоты равным:

1 - при полной автоматизации котельной и обеспечении количественно-качественного регулирования;

не более 0,8 - при обеспечении только качественного регулирования.

При отсутствии данных о системах теплоснабжения коэффициент энергетической эффективности принимают равным:  $\varepsilon_{des} = 0,5$  - при подключении здания к существующей системе централизованного теплоснабжения;  $\varepsilon_{des} = 0,85$  - при подключении здания к автономной

крышной или модульной котельной на газе;  $\varepsilon_{des} = 0,35$  - при стационарном электроотоплении;  $\varepsilon_{des} = 1$  - при подключении к тепловым насосам с электроприводом;  $\varepsilon_{des} = 0,65$  - при подключении здания к прочим системам теплоснабжения [2].

Таблица 2 - Нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление  $q_h^{req}$  жилых домов многоквартирных отдельно стоящих и блокированных, кДж/(м<sup>2</sup>·°С·сут) [1].

Отапливаемая площадь домов, м <sup>2</sup>	С числом этажей			
	1	2	3	4
60 и менее	140	-	-	-
100	125	135	-	-
150	110	120	130	-
250	100	105	110	115
400	-	90	95	100
600	-	80	85	90
1000 и более	-	70	75	80

Примечание - При промежуточных значениях отапливаемой площади дома в интервале 60-1000 м<sup>2</sup> значения  $q_h^{req}$  должны определяться по линейной интерполяции.

Таблица 3 - Нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление зданий  $q_h^{req}$ , кДж/(м<sup>2</sup>·°С·сут) или [кДж/(м<sup>3</sup>·°С·сут)] [1].

Типы зданий	Этажность зданий					
	1-3	4, 5	6, 7	8, 9	10, 11	12 и выше
1 Жилые, гостиницы, общежития	По таблице 8	85[31] для 4-этажных	80[29]	76[27,5]	72[26]	70[25]
2 Общественные, кроме перечисленных в поз.3, 4 и 5 таблицы	[42]; [38]; [36] соответственно	[32]	[31]	[29,5]	[28]	-
3 Поликлиники и лечебные учреждения, дома-интернаты	[34]; [33]; [32] соответственно	[31]	[30]	[29]	[28]	-
4 Дошкольные учреждения	[45]	-	-	-	-	-
5 Сервисного обслуживания	[23]; [22]; [21] соответственно	[20]	[20]	-	-	-
6 Административного назначения (офисы)	[36]; [34]; [33] соответственно	[27]	[24]	[22]	[20]	[20]

3. Определяются бытовые тепlopоступления в течение отопительного периода  $Q_{int}$ , МДж по формуле [1]:

$$Q_{int} = 0,0864 q_{int} z_{int} A_f, \quad (4)$$

где  $q_{int}$  - величина бытовых тепловыделений на 1 м<sup>2</sup> площади жилых помещений или расчетной площади общественного здания, Вт/м<sup>2</sup>, принимаемая для:

а) жилых зданий, предназначенных гражданам с учетом социальной нормы (с расчетной заселенностью квартиры 20 м<sup>2</sup> общей площади и менее на человека)  $q_{int}=17$  Вт/м<sup>2</sup>;

б) жилых зданий без ограничения социальной нормы (с расчетной заселенностью квартиры 45 м<sup>2</sup> общей площади и более на человека)  $q_{int}=10$  Вт/м<sup>2</sup>;

в) других жилых зданий - в зависимости от расчетной заселенности квартиры по интерполяции величины  $q_{int}$  между 17 и 10 Вт/м<sup>2</sup>;

г) для общественных и административных зданий бытовые тепловыделения учитываются по расчетному числу людей (90 Вт/чел), находящихся в здании, освещения (по установочной мощности) и оргтехники (10 Вт/м<sup>2</sup>) с учетом рабочих часов в неделю;

4. Определяются теплопоступления через окна и фонари от солнечной радиации в течение отопительного периода  $Q_S$ , МДж, по формуле[1]:

$$Q_S = \tau_F k_F \cdot \sum_{i=1}^n A_i \cdot I_i + \tau_{scy} k_{scy} A_{scy} I_{hor} \quad (5)$$

где  $\tau_F$ ,  $\tau_{scy}$  - коэффициенты, учитывающие затенение светового проема соответственно окон и зенитных фонарей непрозрачными элементами заполнения, принимаемые по проектным данным; при отсутствии данных следует принимать по своду правил;  $k_F$ ,  $k_{scy}$  - коэффициенты относительного проникания солнечной радиации для светопропускающих заполнений соответственно окон и зенитных фонарей, принимаемые по паспортным данным соответствующих светопропускающих изделий; при отсутствии данных следует принимать по таблице 4; мансардные окна с углом наклона заполнений к горизонту  $45^\circ$  и более следует считать как вертикальные окна, с углом наклона менее  $45^\circ$  - как зенитные фонари;  $A_i$  - площадь световых проемов фасадов здания, соответственно ориентированных по заданным направлениям,  $m^2$ ;  $A_{scy}$  - площадь световых проемов зенитных фонарей здания,  $m^2$ ;  $I_i$  - средняя за отопительный период величина солнечной радиации на вертикальные поверхности при действительных условиях облачности, соответственно ориентированная по заданному направлению,  $MДж/m^2$ , для условий Калининградской области принимаемая по таблице 4.

Примечание - Для промежуточных направлений величину солнечной радиации следует определять по интерполяции;  $I_{hor}$  - средняя за отопительный период величина солнечной радиации на горизонтальную поверхность при действительных условиях облачности,  $MДж/m^2$ , для условий Калининградской области принимаемая  $937 MДж/m^2$ .

Таблица 4 - Значения коэффициентов затенения светового проема  $\tau_F$  и  $\tau_{scy}$  и относительного проникания солнечной радиации  $k_F$  и  $k_{scy}$  соответственно окон и зенитных фонарей [3].

№ п.п.	Заполнение светового проема	Коэффициенты			
		в деревянных или ПВХ переплетах		в металлических переплетах	
		$\tau_F$ и $\tau_{scy}$	$k_F$ и $k_{scy}$	$\tau_F$ и $\tau_{scy}$	$k_F$ и $k_{scy}$
1	Двойное остекление в спаренных переплетах	0,75/0,7	0,85	-	-
2	Двойное остекление в отдельных переплетах	0,65/0,6	0,85	0,8/0,6(0,8)	0,85
3	Блоки стеклянные пустотные (с шириной швов 6 мм) размером, мм: 194'194'98 244'244'98	0,9 0,9		0,65 (без переплета) 0,7 (без переплета)	
4	Профильное стекло коробчатого сечения	0,9		0,75 (без переплета)	
5	Двойное из органического стекла для зенитных фонарей	0,9	0,9	-	-

№ п.п.	Заполнение светового проема	Коэффициенты			
		в деревянных или ПВХ переплетах		в металлических переплетах	
		$\tau_F$ и $\tau_{scy}$	$k_F$ и $k_{scy}$	$\tau_F$ и $\tau_{scy}$	$k_F$ и $k_{scy}$
6	Тройное из органического стекла для зенитных фонарей	0,9	0,83	-	-
7	Тройное остекление в отдельно-спаренных переплетах	0,5/-	0,76	0,7/-	0,76
8	Однокамерный стеклопакет из стекла:				
	обычного	0,8/-	0,85	0,9/-	0,85
	с твердым селективным покрытием	0,8/-	0,57	0,9/-	0,57
	с мягким селективным покрытием	0,8/-	0,57	0,9/-	0,57
9	Двухкамерный стеклопакет из стекла:				
	обычного (с межстекольным расстоянием 6 мм)	0,78/-	0,76	0,85/-	0,76
	обычного (с межстекольным расстоянием 12 мм)	0,78/-	0,76	0,85/-	0,76
	с твердым селективным покрытием	0,78/-	0,51	0,85/-	0,51
	с мягким селективным покрытием	0,78/-	0,51	0,85/-	0,51
	с твердым селективным покрытием и заполнением аргоном	0,78/-	0,51	0,85/-	0,51
10	Обычное стекло и однокамерный стеклопакет в отдельных переплетах из стекла:				
	обычного	0,75/-	0,76	-	-
	с твердым селективным покрытием	0,75/-	0,51	-	-
	с мягким селективным покрытием	0,75/-	0,51	-	-
	с твердым селективным покрытием и заполнением аргоном	0,75/-	0,51	-	-
11	Обычное стекло и двухкамерный стеклопакет в отдельных переплетах из стекла:				
	обычного	0,73/-	0,72	-	-
	с твердым селективным покрытием	0,73/-	0,48	-	-
	с мягким селективным покрытием	0,73/-	0,48	-	-
	с твердым селективным покрытием и заполнением аргоном	0,73/-	0,48	-	-
12	Два однокамерных стеклопакета в спаренных переплетах	0,7/-	0,72	-	-
13	Два однокамерных стеклопакета в отдельных переплетах	0,6/-	0,72	-	-
14	Четырехслойное остекление в двух спаренных переплетах	0,5/-	0,72	-	-
<p><b>Примечания</b></p> <p>1. К мягким селективным покрытиям стекла относят покрытия с тепловой эмиссией менее 0,15, к твердым - более 0,15.</p> <p>2. Перед чертой приведены значения <math>\square</math> для светопрозрачных конструкций жилых, общественных и вспомогательных зданий, за чертой - промышленных зданий, в скобках - для светопрозрачных конструкций с глухими переплетами.</p>					

Таблица 5. Средняя за отопительный период величина суммарной солнечной радиации на вертикальные поверхности при действительных условиях облачности.[4]

Ориентация	$I, \text{МДж/м}^2$
С	446
СВ/СЗ	495
В/З	669
ЮВ/ЮЗ	928
Ю	1047

5. Определяется расход тепловой энергии на отопление здания в течение отопительного периода  $Q_h^y$ , МДж, по формулам [1]:

$$Q_h^y = 10^{-3} q_h^{des} V_h D_d \quad (6)$$

либо

$$Q_h^y = 10^{-3} q_h^{des} A_h D_d \quad (7)$$

Где  $A_h$  - сумма площадей пола квартир или полезной площади помещений здания, за исключением технических этажей и гаражей,  $\text{м}^2$ ;  
 $V_h$  - отапливаемый объем здания, равный объему, ограниченному внутренними поверхностями наружных ограждений зданий,  $\text{м}^3$ ;  
 $D_d$  - градусо-сутки отопительного периода,  $^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$ , для конкретного пункта строительства, принимаемые для условий Калининградской области по таблицеб.

Таблица 6 Градусо-сутки отопительного периода,  $^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$ /Продолжительность отопительного периода,  $^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$  [4]

Пункт строительства	Градусо-сутки отопительного периода, $^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$ /Продолжительность отопительного периода, $^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$		
	Здания		
	Жилые, школьные и др. общественные, кроме перечисленных в графах 3 и 4	Поликлиники и лечебные учреждения, дома-интернаты	Дошкольные учреждения
(1)	(2)	(3)	(4)
Балтийск	3515/186	4070/212	4282/212

Гвардейск	3783/196	4234/216	4450/216
Железнодорожный	3782/192	4257/215	4472/215
Калининград	3648/193	4126/216	4342/216
Мамоново	3648/191	4150/215	4365/215
Светлогорск	3743/197	4294/226	4520/226
Советск	3880/194	4343/215	4558/215
Черняховск	3800/190	4320/216	4536/215

6. Определяются общие теплопотери здания через наружные ограждающие конструкции,  $Q_h$ , МДж, по формуле [1]:

$$Q_h = \frac{Q_h^y}{\beta_h} + (Q_{int} + Q_s) \nu \zeta \quad (8)$$

где  $\nu$  - коэффициент снижения теплоступлений за счет тепловой инерции ограждающих конструкций; рекомендуемое значение  $\nu = 0,8$ ;

$\zeta$  - коэффициент эффективности авторегулирования подачи теплоты в системах отопления; рекомендуемые значения:

$\zeta = 1,0$  - в однотрубной системе с термостатами и с пофасадным авторегулированием на вводе или поквартирной горизонтальной разводкой;

$\zeta = 0,95$  - в двухтрубной системе отопления с термостатами и с центральным авторегулированием на вводе;

$\zeta = 0,9$  - однотрубной системе с термостатами и с центральным авторегулированием на вводе или в однотрубной системе без термостатов и с пофасадным авторегулированием на вводе, а также в двухтрубной системе отопления с термостатами и без авторегулирования на вводе;

$\zeta = 0,85$  - в однотрубной системе отопления с термостатами и без авторегулирования на вводе;  $\zeta = 0,7$  - в системе без термостатов и с центральным авторегулированием на вводе с коррекцией по температуре внутреннего воздуха;

$\zeta = 0,5$  - в системе без термостатов и без авторегулирования на вводе - регулирование центральное в ЦТП или котельной;

$\beta_h$  - коэффициент, учитывающий дополнительное теплотребление системы отопления, связанное с дискретностью номинального теплового потока номенклатурного ряда отопительных приборов, их дополнительными теплопотерями через радиаторные участки ограждений, повышенной температурой воздуха в угловых помещениях, теплопотерями трубопроводов, проходящих через неотапливаемые помещения для:

многосекционных и других протяженных зданий  $\beta_h=1,13$ ;

зданий башенного типа  $\beta_h=1,11$ ;

зданий с отапливаемыми подвалами  $\beta_h=1,07$ ;

зданий с отапливаемыми чердаками, а также с квартирными генераторами теплоты  $\beta_h=1,05$ .

7. Определяется общий коэффициент теплопередачи здания  $K_m$ , Вт/(м<sup>2</sup>·°С), по формуле [1]:

$$K_m = \frac{Q_h}{0,0864 D_d A_e^{sum}} \quad (9)$$

8. Определяется условный коэффициент теплопередачи здания  $K_m^{inf}$ , Вт/(м·°С), учитывающий теплопотери за счет инфильтрации и вентиляции по формуле [1]:

$$K_m^{inf} = 0,28 c n_a \beta_v V_h \rho_a^{ht} k / A_e^{sum}, \quad (10)$$

где  $c$  - удельная теплоемкость воздуха, равная 1 кДж/(кг·°С);  $\beta_v$  - коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающий наличие внутренних ограждающих конструкций. При отсутствии данных принимать  $\beta_v=0,85$ ;  $V_h$  и  $A_e^{sum}$  - то же, что и в формуле (10), м<sup>3</sup> и м<sup>2</sup> соответственно;  $\rho_a^{ht}$  - средняя плотность приточного воздуха за отопительный период, кг/м<sup>3</sup>, определяемая по формуле [1]:

$$\rho_a^{ht} = 353 / [273 + 0,5(t_{int} + t_{ext})], \quad (11)$$

где  $n_a$  - средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период, ч<sup>-1</sup>, определяемая по формуле (12);  $t_{int}$ ;  $t_{ext}$  - расчетная температура внутреннего и наружного воздуха соответственно °С.

Средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период  $n_a$ , ч<sup>-1</sup>, рассчитывается по суммарному воздухообмену за счет вентиляции и инфильтрации по формуле [1]:

$$n_a = [(L_v n_v) / 168 + (G_{inf} k n_{inf}) / (168 \rho_a^{ht})] / (\beta_v V_h), \quad (12)$$

где  $L_v$  - количество приточного воздуха в здание при неорганизованном притоке либо нормируемое значение при механической вентиляции, м<sup>3</sup>/ч, равное для:

а) жилых зданий, предназначенных гражданам с учетом социальной нормы (с расчетной заселенностью квартиры 20 м<sup>2</sup> общей площади и менее на человека) -  $3A_f$ ;

б) других жилых зданий -  $0,35 \cdot 3 \cdot A_f$ , но не менее  $30 \text{ м}^3$ ;

где  $m$  - расчетное число жителей в здании;

в) общественных и административных зданий принимают условно для офисов и объектов сервисного обслуживания -  $4A_f$ , для учреждений здравоохранения и образования -  $5A_f$ , для спортивных, зрелищных и детских дошкольных учреждений -  $6A_f$ ;

$A_f$  - для жилых зданий - площадь жилых помещений, для общественных зданий - расчетная площадь, определяемая как сумма площадей всех помещений, за исключением коридоров, тамбуров, переходов, лестничных клеток, лифтовых шахт, внутренних открытых лестниц и пандусов, а также помещений, предназначенных для размещения инженерного оборудования и сетей,  $m^2$ ;  $n_v$  - число часов работы механической вентиляции в течение недели; 168 - число часов в неделе;  $G_{inf}$  - количество инфильтрующегося воздуха в здание через ограждающие конструкции, кг/ч: для жилых зданий - воздуха, поступающего в лестничные клетки в течение суток отопительного периода, определяемое согласно Г.5; для общественных зданий - воздуха, поступающего через неплотности светопрозрачных конструкций и дверей; допускается принимать для общественных зданий в нерабочее время  $G_{inf} = 0,5 \beta_v V_h$ ;  $k$  - коэффициент учета влияния встречного теплового потока в светопрозрачных конструкциях, равный для: стыков панелей стен - 0,7; окон и балконных дверей с тройными отдельными переплетами - 0,7; то же, с двойными отдельными переплетами - 0,8; то же, со спаренными переплатами - 0,9; то же, с одинарными переплетами - 1,0;  $n_{inf}$  - число часов учета инфильтрации в течение недели, ч, равное 168 для зданий с сбалансированной приточно-вытяжной вентиляцией и  $(168 - n_v)$  для зданий, в помещениях которых поддерживается подпор воздуха во время действия приточной механической вентиляции.

Количество инфильтрующегося воздуха в лестничную клетку жилого здания через неплотности заполнения проемов следует определять по формуле [1]:

$$G_{inf} = (A_f / R_{a.f}) \cdot (\Delta P_f / 10)^{2/3} + A_{ed} / R_{a.ed} \cdot (\Delta P_{ed} / 10)^{1/2}, \quad (13)$$

где  $A_f$  и  $A_{ed}$  - соответственно для лестничной клетки суммарная площадь окон и балконных дверей и входных наружных дверей,  $m^2$ ;  $R_{a.f}$  и  $R_{a.ed}$  - соответственно для лестничной клетки требуемое сопротивление воздухопроницанию окон и балконных дверей и входных наружных дверей;  $\Delta P_f$  и  $\Delta P_{ed}$  - соответственно для лестничной клетки расчетная разность давлений наружного и внутреннего воздуха для окон и балконных дверей и входных наружных дверей, Па, определяют по формуле [1]:

$$\Delta p = 0,55H(\gamma_{ext} - \gamma_{int}) + 0,03\gamma_{ext}v^2, \quad (14)$$

Для окон и балконных дверей с величины 0,55 заменяется на 0,28 и с вычислением при соответствующей температуре воздуха удельного веса  $\gamma$ ,  $N/m^3$ , по формуле [1]:

$$\gamma = 3463 / (273 + t), \quad (15)$$

9. Определяется приведенный коэффициент теплопередачи через наружные ограждающие конструкции здания,  $K_m^{tr}$ ,  $Вт/(m^2 \cdot ^\circ C)$ , по формуле [1]:

$$K_m^{tr} = K_m - K_m^{inf} \quad (16)$$

10. Определяется сопротивление теплопередачи наружных стен, выполненных из керамических стеновых блоков ООО «Пятый элемент»  $R_w^5$ ,  $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$ , по формуле

$$R_w^5 = A^5 \left( K_m^{tr} A_e^{sum} - \sum_{i=1}^n \frac{n_i A_i}{R_i} \right) \quad (17)$$

Где  $A_i; R_i$  - площадь,  $m^2$  и приведенное сопротивление теплопередачи ограждающих конструкций Объекта;  $n$  - коэффициент, учитывающий зависимость положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху и приведенный в таблице 7;  $A^5$  - площадь наружных стен, выполненных из керамических стеновых блоков ООО «Пятый элемент»,  $m^2$ .

Таблица 7 - Коэффициент, учитывающий зависимость положения ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху [1].

Ограждающие конструкции	Коэффициент $n$
1. Наружные стены и покрытия (в том числе вентилируемые наружным воздухом), зенитные фонари, перекрытия чердачные (с кровлей из штучных)	1
2. Перекрытия над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом; перекрытия чердачные (с кровлей из рулонных материалов);	0,9
3. Перекрытия над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах	0,75
4. Перекрытия над неотапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенные выше уровня земли	0,6
5. Перекрытия над неотапливаемыми техническими подпольями, расположенными ниже уровня земли	0,4
<p>Примечание - Для чердачных перекрытий теплых чердаков и цокольных перекрытий над подвалами с температурой воздуха в них <math>t_c</math> большей <math>t_{ext}</math>, но меньшей <math>t_{int}</math> коэффициент <math>n</math> следует определять по формуле [1]:</p> $n = (t_{int} - t_c) / (t_{int} - t_{ext}). \quad (18)$	

11. Определяется расчетный температурный перепад  $\Delta t_0$ , °С, между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности наружной стены по формуле [1]:

$$\Delta t_0 = \frac{t_{int} - t_{ext}}{8,7 \cdot R_w^5} \quad (19)$$

Расчетный температурный перепад  $\Delta t_0$ , °С, между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции не должен превышать нормируемых величин  $\Delta t_n$ , °С, установленных в таблице 8. Если данное условие не выполняется следует увеличить значение сопротивления теплопередачи наружной стены.

Таблица 8 - Нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции [1].

Здания и помещения	Нормируемый температурный перепад $\Delta t_n$ , °С, для наружных стен
1. Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты	4,0
2. Общественные, кроме указанных в поз.1, административные и бытовые, за исключением помещений с влажным или мокрым режимом	4,5

12. Определяется минимальное значение сопротивления теплопередачи наружной стены  $R_{min}$ , м<sup>2</sup>·°С/Вт по формуле[1]:

$$R_{min} = R_{req} 0,63; \quad (20)$$

где  $R_{req}$  - нормируемое значение сопротивления теплопередаче наружной стены, м<sup>2</sup>·°С/Вт определяемых по таблице 8 в зависимости от градусо-суток пункта строительства  $D_d$ , °С·сут. Величина  $R_{min}$  не должна превышать  $R_w^5$ :

$$R_w^5 > R_{min} \quad (21)$$

Если данное условие не выполняется следует увеличить значение сопротивления теплопередачи наружной стены путем утепления.

Таблица 9 - Нормируемые значения сопротивления теплопередаче наружной стены [1].

Здания и помещения, коэффициенты $a$ и $b$ .	Градусо-сутки отопительного периода $D_d, ^\circ\text{C}\cdot\text{сут}$	Нормируемые значения сопротивления теплопередаче $R_{req}, \text{м}^2\cdot^\circ\text{C}/\text{Вт}$ , наружных стен
1 Жилые, лечебно-профилактические и	2000	2,1
	4000	2,8
	6000	3,5
	8000	4,2
	10000	4,9
	12000	5,6
$a$	-	0,00035
$b$	-	1,4
2 Общественные, кроме указанных	2000	1,8
	4000	2,4
	6000	3,0
	8000	3,6

Здания и помещения, коэффициенты $a$ и $b$ .	Градусо-сутки отопительного периода $D_d$ , °C·сут	Нормируемые значения сопротивления теплопередаче $R_{req}$ , м <sup>2</sup> ·°C/Вт, наружных стен
	10000	4,2
	12000	4,8
$a$	-	0,0003
$b$	-	1,2
<p>Примечания</p> <p>1 Значения <math>R_{req}</math> для величин <math>D_d</math>, отличающихся от табличных, следует определять по формуле</p> $R_{req} = aD_d + b, \quad (21)$ <p>где <math>D_d</math> - градусо-сутки отопительного периода, °C·сут, для конкретного пункта;  <math>a</math>, <math>b</math> - коэффициенты, значения которых следует принимать по данным таблицы для соответствующих групп зданий.</p>		

12. Определяется необходимая толщина слоя утеплителя,  $\delta_{ym}$ , м, по формуле:

$$\delta_{ym} = \lambda_{ym} \left( R_w^s - \frac{\delta_5}{\lambda_5} - 0,16 \right) \quad (22)$$

Где  $\lambda_{ym}$  - коэффициент теплопроводности утеплителя, Вт/м·°C;  $\delta_5$  и  $\lambda_5$  - толщина, м, и - коэффициент теплопроводности, Вт/м·°C, кладки выполненной из керамических стеновых блоков ООО «Пятый элемент».

Расчеты удобно производить в табличной форме с использованием компьютерных программ

## ЛИТЕРАТУРА.

1. СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий».
2. СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий».
3. СП 23-101-2000 «Проектирование тепловой защиты зданий».
4. ТСН 23-314-2000 «Нормативы по энергосберегающей теплозащите жилых и общественных зданий»

### Пример1.

Пункт строительства г. Калининград. Объект представляет собой девяти этажное жилое здание прямоугольной формы, крыша скатная. Перекрытие над неотапливаемой подземной частью здания, чердачное перекрытие и наружные стены утеплены пенополистеролом. Система отопления двухтрубная с термостатами и с центральным авторегулированием на вводе. Источником теплоснабжения являются городские тепловые сети. Класс энергетической эффективности «В» высокий.

Геометрические показатели Объекта

№ п.п.	Показатель	Обозначение показателя и единицы измерения	Нормативное значение показателя	Расчетное (проектное) значение показателя
1	Общая площадь наружных ограждающих конструкций здания, в том числе:	$A_e^{sum}, \text{ м}^2$	-	7615
	стен	$A_w, \text{ м}^2$	-	4775
	окон	$A_F, \text{ м}^2$	-	804
	входных дверей	$A_{ed}, \text{ м}^2$	-	24
	чердачного перекрытия	$A_{c1}, \text{ м}^2$	-	948
	покрытия	$A_{c2}, \text{ м}^2$	-	70
	перекрытия над подвалом	$A_f, \text{ м}^2$	-	1018
2	Расчетная площадь	$A_l, \text{ м}^2$	-	6877,6
3	Отапливаемый объем	$V_h, \text{ м}^3$	-	26027
4	Коэффициент остекленности фасада здания	$f$	0,18	0,14
5	Показатель компактности здания	$k_e^{des}$	0,32	0,29

Расчетные условия

№ п.п.	Наименование расчетных параметров	Обозначение символа	Единицы измерения параметра	Расчетное значение
1	Расчетная температура внутреннего воздуха	$t_{int}$	°С	20
2	Расчетная температура наружного воздуха	$t_{ext}$	°С	-19
5	Продолжительность отопительного периода	$z_{ht}$	сут	193
4	Средняя температура наружного воздуха за отопительный период	$t_{ht}$	°С	1,1
5	Градусо-сутки отопительного периода	$D_d$	°С·сут	3648

Теплоэнергетические показатели

№ п.п.	Показатель	Обозначение показателя и единицы измерения	Нормативное значение показателя	Расчетное (проектное) значение показателя
1	2	3	4	5
1	Приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждений:	$R_0^r, \text{м}^2 \cdot \text{°С} / \text{Вт}$		
	стен	$R_w$	2,68	по расчету
	окон и балконных дверей	$R_F$	0,44	0,59
	чердачного перекрытия	$R_{cl}$	3,54	3,86

№ п.п.	Показатель	Обозначение показателя и единицы измерения	Нормативное значение показателя	Расчетное (проектное) значение показателя
1	2	3	4	5
	покрытия	$R_{c2}$	4,02	4,82
	перекрытия над подвалом	$R_f$	3,54	3,62
	входных дверей	$R_{ed}$	1,2	1,2
2	Приведенный коэффициент теплопередачи здания	$K_m^{tr}$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)	-	0,61
3	Кратность воздухообмена здания за отопительный период	$n_a$ , ч <sup>-1</sup>	-	0,55
4	Условный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплотери за счет инфильтрации и вентиляции	$K_m^{inf}$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)	-	0,46
5	Общий коэффициент теплопередачи здания	$K_m$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)	-	1,07
6	Общие теплотери через ограждающую оболочку здания за отопительный период	$Q_h$ , МДж		2573803
7	Удельные бытовые тепловыделения в здании	$q_{int}$ , Вт/м <sup>2</sup>		10
8	Бытовые тепlopоступления в здание за отопительный период	$Q_{int}$ , МДж	-	672011
9	Тепlopоступления в здание от солнечной радиации за отопительный период	$Q_s$ , МДж	-	257729
10	Расход тепловой энергии на отопление здания за отопительный период	$Q_h^y$ , МДж	-	1921512
11	Коэффициент эффективности авторегулирования	$\zeta$		1
12	Коэффициент учета встречного	$k$		1

№ п.п.	Показатель	Обозначение показателя и единицы измерения	Нормативное значение показателя	Расчетное (проектное) значение показателя
1	2	3	4	5
	теплового потока			
13	Коэффициент учета дополнительного теплопотребления	$\beta_h$		1,05
15	Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания	$q_h^{des}$ , кДж/(м <sup>2</sup> ·°С·сут), [кДж/(м <sup>3</sup> ·°С·сут)]	[27,5]	[20,2]
16	Класс энергетической эффективности	«Высокий»	Таблица 3 [7]	

Расчетом установлен  $R_w^5 = 1,74 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$ .

$$(19) \quad \Delta t_0 = \frac{20 - (-19)}{8,7 \cdot 1,74}$$

$$\Delta t_0 = 2,6 < 4$$

соответствует п.11 и табл.8

$$(20) \quad R_{\min} = 2,68 \cdot 0,63$$

$$R_{\min} = 1,69 < 1,74 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$$

соответствует п.12

$$(22) \quad \delta_{ym} = 0,04 \left( 1,74 - \frac{0,38}{0,24} - 0,16 \right)$$

$$\delta_{ym} = 0$$

Утепление не требуется, наружная стена из блока К2,1НФ толщиной 380 мм. удовлетворяет требованиям по теплозащите Объекта.

**Пример 2.**

Пункт строительства г. Калининград. Объектом является административное здание. Объект представляет собой двухэтажное здание с отапливаемым подвалом, кровля Объекта скатная, чердачное пространство не отапливаемое. Источником теплоснабжения является заводская котельная. Система отопления двухтрубная с термостатами. Класс энергетической эффективности «В» высокий.

Геометрические показатели Объекта

№ п.п.	Показатель	Обозначение показателя и единицы измерения	Нормативное значение показателя	Расчетное (проектное) значение показателя
1	Общая площадь наружных ограждающих конструкций здания, в том числе:	$A_e^{sum}, \text{ м}^2$	-	3217,6
	стен выше отметки 0.000	$A_{w1}, \text{ м}^2$	-	681,3
	стен подвала	$A_{w2}, \text{ м}^2$	-	135,5
	окон	$A_F, \text{ м}^2$	-	170,5
	входных дверей	$A_{ed}, \text{ м}^2$	-	101,4
	чердачного перекрытия	$A_c, \text{ м}^2$	-	863,4
	пола по грунту	$A_f, \text{ м}^2$	-	1265,5
	I зона	$A_{f1}, \text{ м}^2$		284,8
	II зона	$A_{f2}, \text{ м}^2$		284,4
	III зона	$A_{f3}, \text{ м}^2$		252,8
IV зона	$A_{f4}, \text{ м}^2$		443,5	
2	Расчетная площадь	$A_l, \text{ м}^2$	-	2504
3	Отапливаемый объем	$V_h, \text{ м}^3$	-	7763
4	Коэффициент остекленности фасада здания	$f$	0,25	0,25
5	Показатель компактности здания	$k_e^{des}$		0,414

Расчетные условия

№ п.п.	Наименование расчетных параметров	Обозначение символа	Единицы измерения параметра	Расчетное значение
1	Расчетная температура внутреннего воздуха	$t_{int}$	°С	20
2	Расчетная температура наружного воздуха	$t_{ext}$	°С	-19
5	Продолжительность отопительного периода	$z_{ht}$	сут	193
4	Средняя температура наружного воздуха за отопительный период	$t_{ht}$	°С	1,1
5	Градусо-сутки отопительного периода	$D_d$	°С·сут	3648

Теплоэнергетические показатели

№ п.п.	Показатель	Обозначение показателя и единицы измерения	Нормативное значение показателя	Расчетное (проектное) значение показателя
1	2	3	4	5
1	Приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждений:	$R_0^r, \text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$		
	Стен выше отм. 0.000	$R_{w1}$	2,29	по расчету
	Стен подвала	$R_{w2}$	2,29	по расчету
	окон и балконных дверей	$R_F$	0.38	0.514
	чердачного перекрытия	$R_c$	2,58	4,69
	входных дверей	$R_{ed}$	-	0,51
	Пола по грунту	$R_f$	2,15	
	I зона	$R_{f1}$	4,3	
	II зона	$R_{f2}$	8,6	
	III зона	$R_{f3}$	14,6	

№ п.п.	Показатель	Обозначение показателя и единицы измерения	Нормативное значение показателя	Расчетное (проектное) значение показателя
1	2	3	4	5
2	IV зона Приведенный коэффициент теплопередачи здания	$R_{fz}$ $K_m^{tr}$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)	-	0,396
3	Кратность воздухообмена здания за отопительный период	$n_a$ , ч <sup>-1</sup>	-	0,657
4	Условный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплотери за счет инфильтрации и вентиляции	$K_m^{inf}$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)	-	0,486
5	Общий коэффициент теплопередачи здания	$K_m$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)	-	-
6	Общие теплотери через ограждающую оболочку здания за отопительный период	$Q_h$ , МДж	-	
7	Удельные бытовые тепловыделения в здании	$q_{int}$ , Вт/м <sup>2</sup>		4,5
8	Бытовые тепlopоступления в здание за отопительный период	$Q_{int}$ , МДж	-	188890
9	Тепlopоступления в здание от солнечной радиации за отопительный период	$Q_s$ , МДж	-	125657
10	Расход тепловой энергии на отопление здания за отопительный период	$Q_h^y$ , МДж	-	
11	Коэффициент эффективности авторегулирования	$\zeta$		1
12	Коэффициент учета встречного теплового потока	$k$		1
13	Коэффициент учета	$\beta_h$		1,07

№ п.п.	Показатель	Обозначение показателя и единицы измерения	Нормативное значение показателя	Расчетное (проектное) значение показателя
1	2	3	4	5
	дополнительного теплопотребления			
15	Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания	$q_h^{des}$ , [кДж/(м <sup>3</sup> ·°C·сут)]	[34]	[26,8]
16	Класс энергетической эффективности	«Высокий»	В	

Расчетом установлен  $R_w^5 = 1,74 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$

(19)

$$\Delta t_0 = \frac{20 - (-19)}{8,7 \cdot 1,74}$$

$$\Delta t_0 = 2,6 < 4,5$$

соответствует п.11 и табл.8

(20)

$$R_{\min} = 2,29 \cdot 0,63$$

$$R_{\min} = 1,44 < 1,74 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

соответствует п.12

(22)

$$\delta_{ym} = 0,04 \left( 1,74 - \frac{0,38}{0,24} - 0,16 \right)$$

$$\delta_{ym} = 0$$

Утепление не требуется, наружная стена из блока К2,1НФ толщиной 380 мм. удовлетворяет требованиям по теплозащите Объекта.

## Введение

В Настоящем руководстве изложена методика определения сопротивления теплопередачи наружных стен, выполненных из керамических стеновых блоков ООО «Пятый элемент», на основании расчета здания приведенному сопротивлению теплопередачи наружной стены для производственных зданий.

### Порядок расчета.

1. Определяется величина градусо-суток отопительного периода  $D_d$ , °С·сут по формуле [1]:

$$D_d = Z_{ht} (t_{int} - t_{ht}) \quad (1)$$

где  $Z_{ht}$ - продолжительность отопительного периода, сут.;  $t_{int}$ - расчетная температура внутреннего воздуха, °С,  $t_{ht}$ - средняя температура наружного воздуха за отопительный период, °С

2. Определяется нормируемое значение сопротивления теплопередаче наружной стены,  $R_{req}$ , м<sup>2</sup>·°С/Вт по таблице 1 в зависимости от  $D_d$  [1].

Таблица 1- Нормируемые значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций [1].

Здания и помещения, коэффициенты $a$ и $b$ .	Градусо- сутки	Нормируемые значения сопротивления теплопередаче $R_{req}$ , м <sup>2</sup> ·°С/Вт, наружных стен	
3 Производственные с сухим и	2000		1,4
	4000		1,8
	6000		2,2
	8000		2,6
	10000		3,0
	12000		3,4
$a$	-		0,0002
$b$	-		1,0

Примечания

1 Значения  $R_{req}$  для величин  $D_d$ , отличающихся от табличных, следует определять по формуле

$$R_{req} = aD_d + b, \quad (2)$$

где  $D_d$  - градусо-сутки отопительного периода, °С·сут, для конкретного пункта;  $a$ ,  $b$  - коэффициенты, значения которых следует принимать по данным таблицы для соответствующих групп зданий.

Для производственных зданий с избытками явной теплоты более 23 Вт/м<sup>3</sup> и зданий, предназначенных для сезонной эксплуатации (осенью или весной), а также зданий с расчетной температурой внутреннего воздуха 12 °С и ниже приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций (за исключением светопрозрачных)  $R_{req}$ , м<sup>2</sup>·°С/Вт, следует принимать не менее значений, определяемых по формуле [1]:

$$R_{req} = \frac{n(t_{int} - t_{ext})}{\Delta t_n \alpha_{int}}, \quad (3)$$

где  $n$  - коэффициент, учитывающий зависимость положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху, принимаем  $n=1$ ;  $\Delta t_n$  - нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха  $t_{int}$  и температурой внутренней поверхности  $t_{int}$  ограждающей конструкции, °С, принимаемый по таблице 2;  $\alpha_{int}$  - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, принимаемый 8,7 Вт/(м<sup>2</sup>·°С);  $t_{int}$  - то же, что и в формуле (1);  $t_{ext}$  - расчетная температура наружного воздуха в холодный период года, °С, для всех зданий, кроме производственных зданий, предназначенных для сезонной эксплуатации.

3. Определяется сопротивление теплопередачи наружных стен, выполненных из керамических стеновых блоков ООО «Пятый элемент»,  $R_w^5$ , м<sup>2</sup>·°С/Вт, по формуле:

$$R_w^5 = \frac{\delta_5}{\lambda_5} + 0,16 \quad (4)$$

При выполнении условия:

$$R_w^5 \geq R_{req} \quad (5)$$

Если условие (4) не выполнено, то определяется необходимая толщина слоя утеплителя,  $\delta_{ут}$ , м, по формуле:

$$\delta_{ym} = \lambda_{ym} (R_{req} - \frac{\delta_5}{\lambda_5} - 0,16) \quad (6)$$

Где  $\lambda_{ym}$  - коэффициент теплопроводности утеплителя, Вт/м·°С;  $\delta_5$  и  $\lambda_5$  - толщина, м, и - коэффициент теплопроводности, Вт/м·°С, кладки выполненной из керамических стеновых блоков ООО «Пятый элемент».

Расчеты удобно производить в табличной форме с использованием компьютерных программ.

4. Определяется расчетный температурный перепад  $\Delta t_0$ , °С, между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности наружной стены по формуле [1]:

$$\Delta t_0 = \frac{t_{int} - t_{ext}}{8,7 \cdot R_w^5} \quad (7)$$

где  $R_w^5$  -сопротивление теплопередачи наружных стен, выполненных из керамических стеновых блоков ООО «Пятый элемент», м<sup>2</sup>·°С/Вт.

$t_{ext}$  - расчетная температура наружного воздуха °С.

Расчетный температурный перепад  $\Delta t_0$ , °С, между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции не должен превышать нормируемых величин  $\Delta t_n$ , °С, установленных в таблице 2. Если данное условие не выполняется следует увеличить значение сопротивления теплопередачи наружной стены путем применения утеплителя.

Таблица 2. Нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции [1].

Здания и помещения	Нормируемый температурный перепад $\Delta t_n$ , °С, для наружных стен
3. Производственные с сухим и нормальным режимами	$t_{int} - t_d$ , но не более 7
4. Производственные и другие помещения с влажным или мокрым режимом	$t_{int} - t_d$
5. Производственные здания со значительными избытками явной теплоты (более 23 Вт/м <sup>3</sup> ) и расчетной относительной влажностью внутреннего воздуха более 50%	12
<p>Обозначения: <math>t_{int}</math> - то же, что в формуле (1); <math>t_d</math> - температура точки росы, °С, при расчетной температуре <math>t_{int}</math> и относительной влажности внутреннего воздуха, принимаемым согласно 5.9 и 5.10, СанПиН 2.1.2.1002, ГОСТ 12.1.005 и СанПиН 2.2.4.548, СНиП 41-01 и нормам проектирования соответствующих зданий.</p>	

#### ЛИТЕРАТУРА.

5. СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий».

### Пример1:

Производственное здание, пункт строительства г. Калининград.  $t_{int}=14^{\circ}\text{C}$ ;  $Z_{ht}=193$ ;  $t_{ht}=1,1^{\circ}\text{C}$ ;  $t_{ext} = -19^{\circ}\text{C}$ , относительная влажность внутреннего воздуха 60%.

#### Расчет

$$(1) \quad D_d = 193(14 - 1,1) = 2490$$

$$R_{req} = 2490 \cdot 0,0002 + 1 = 1,5 \text{ м} \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}.$$

$$(4) \quad R_w^5 = \frac{0,38}{0,24} + 0,16 = 1,74 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$$

$$(5) \quad R_w^5 > R_{req}$$

$$(7) \quad \Delta t_0 = \frac{14 - (-19)}{8,7 \cdot 1,74} = 2,2 < 7^{\circ}\text{C}$$

Соответствует п.4 и таблице2.

Утепление не требуется, наружная стена из блока К2,1НФ толщиной 380 мм. удовлетворяет требованиям по теплозащите Объекта.