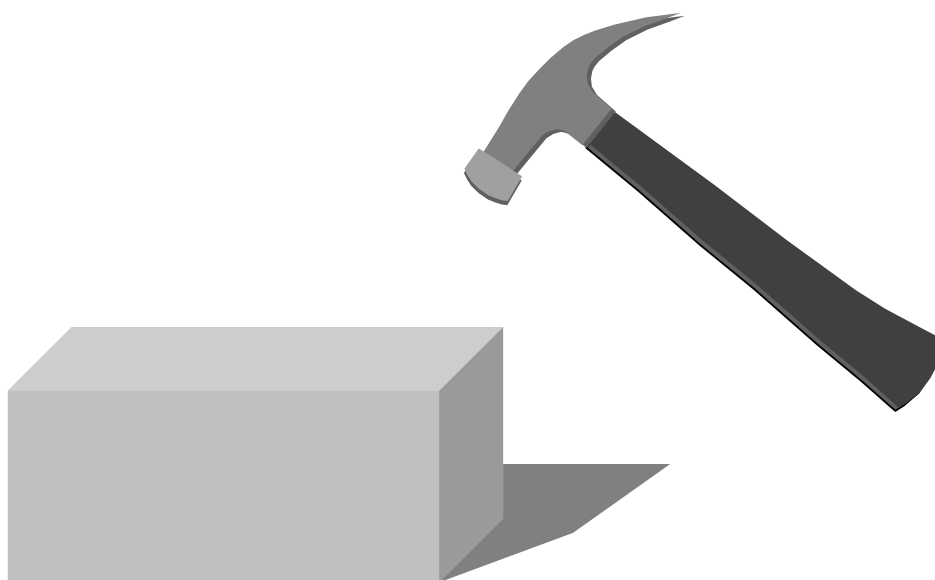


# Columbiakivi

## Тетрадь № 1

Материалы и их свойства, а также общие  
требования к каменной кладке и к кладочным работам



2002

## 1 Вступление

### 1.1 Введение

В настоящем руководстве даются рекомендации по использованию в строительстве цементных камней, производимых АО "Columbia-Kivi". Руководство состоит из трёх тетрадей:

- в тетради № 1 рассматриваются материалы, их свойства, общие требования к каменной кладке и к кладочным работам;
- в тетради № 2 приведены возможные конструктивные решения по использованию цементных камней «columbiakivi»;
- в тетради № 3 приведены правила выполнения расчётов с конкретными примерами.

За основу при изложении материала взяты Нормы проектирования Эстонии, № 6 «Каменные конструкции» (EPN 6, проект). При представлении конструктивных решений учитывались традиционные для Эстонии способы строительства и новейшие решения из строительного опыта Канады, США, Швеции и Финляндии.

В руководстве используется прямой шрифт и курсив. Материал, напечатанный прямым шрифтом, отражает требования норм Эстонии, а приведённый курсивом, носит вспомогательный рекомендательный характер, являясь отражением так называемых “добрых традиций строительства”.

При составлении руководства для уточнения соответствующих значений используется *Eurocode'6*, Государственный прикладной документ Финляндии (Finish NAD) и стандарты Финляндии (SFS).

Первое издание руководства датируется 1998 годом. В нынешнее издание внесены некоторые изменения, вызванные изменениями в *Eurocode'6*, и представлением свойств материалов в соответствии с требованиями стандартов ЕС.

Март 2002 года

Составил В. Вольтри

## Оглавление

<b>1 Вступление .....</b>	<b>2</b>
<b>1.1 Введение.....</b>	<b>2</b>
<b>1.2 Обозначения, используемые в руководстве .....</b>	<b>5</b>
<b>2 Материалы .....</b>	<b>7</b>
<b>2.1 Кладочные камни .....</b>	<b>7</b>
2.1.1 Номенклатура камней .....	7
2.1.2 Материалы кладочных камней .....	7
2.1.3 Прочность камней .....	7
2.1.4 Прочие свойства .....	9
2.1.4.1 Гигроскопичность .....	9
2.1.4.2 Морозостойкость .....	10
2.1.4.3 Плотность .....	10
<b>3 Неармированная кладка из камней "columbiakivi" .....</b>	<b>10</b>
<b>3.1 Типы кладки .....</b>	<b>10</b>
<b>3.2 Материалы кладки .....</b>	<b>10</b>
3.2.1 Камни .....	10
3.2.1.1 Прочность камней на сжатие .....	10
3.2.2 Строительный раствор .....	10
3.2.2.1 Виды раствора .....	10
3.2.2.2 Свойства раствора .....	11
3.2.3 Бетон для заполнения .....	11
3.2.3.1 Общее положение .....	11
3.2.3.2 Требования, предъявляемые к бетону, используемому для заполнения пустот кладки .....	11
3.2.3.3 Прочностные характеристики наполнительного бетона .....	12
<b>3.3 Прочностные характеристики неармированной кладки .....</b>	<b>12</b>
3.3.1 Общие положения .....	12
3.3.2 Нормативные прочностные характеристики неармированной кладки .....	12
3.3.2.1 Общие положения .....	12
3.3.2.2 Нормативная прочность на сжатие неармированной кладки, сложенной с использованием основного раствора .....	13
3.3.2.3 Нормативная прочность на сжатие неармированной кладки, сложенной с использованием раствора с мелкозернистым наполнителем .....	14
3.3.2.4 Нормативная прочность на сжатие неармированной кладки, сложенной с использованием легкого раствора .....	14
3.3.2.5 Определение нормативной прочности на сжатие неармированной кладки с частично незаполненными вертикальными швами .....	14
3.3.2.6 Нормативная прочность на сжатие неармированной кладки с оболочным исполнением (из пустотных блоков) .....	15
3.3.3 Нормативная прочность на сдвиг неармированной кладки .....	15
3.3.4 Нормативная прочность неармированной кладки на изгиб .....	17
<b>3.4 Деформационные качества кладки .....</b>	<b>18</b>
3.4.1 Зависимость между напряжением и деформацией .....	18
3.4.2 Модуль упругости .....	18
3.4.3 Модуль упругости «Е» при кратковременных нагрузках определяется экспериментально (согласно EN 1052-1) в условиях эксплуатационной нагрузки, т.е. при нагрузках, составляющих одну треть от максимальной нагрузки, определяемой согласно EN 1052-1 .....	18
3.4.4 Модуль сдвига .....	18
3.4.4 Ползучесть, усадка и тепловое расширение .....	18
<b>3.5 Добавочные компоненты .....</b>	<b>19</b>
3.5.1 Влагоизоляция .....	19
3.5.2 Стенные связи .....	19
3.5.3 Накладки, подвески, зажимы и металлические опорные уголки .....	20
3.5.4 Накладки, подвески, зажимы и металлические опорные уголки должны соответствовать требованиям EN 845-1. В рабочем состоянии они должны быть коррозиестойчивы .....	20
3.5.5 Сборные перемычки .....	20
<b>4 Механические свойства армированных и предварительно напряжённых кладок, а также кладочных диафрагм .....</b>	<b>20</b>
<b>4.1 Общие положения .....</b>	<b>20</b>
<b>4.2 Нормативная прочность сцепления арматурной стали .....</b>	<b>20</b>
Нормативную прочность сцепления арматурной стали $f_{бок}$ берут из таблицы 3.6, если стержень арматуры находится в бетонном сечении размером не менее чем 150x150 мм либо арматура полностью находится в бетонном заполнителе внутри кладки. ....	20
<b>5 Общие требования к кладке .....</b>	<b>21</b>
<b>5.1 Сопряжение элементов стены .....</b>	<b>21</b>
<b>5.2 Растворные швы .....</b>	<b>21</b>
<b>5.3 Опора сосредоточенной нагрузки .....</b>	<b>22</b>
<b>5.4 Установка арматуры .....</b>	<b>22</b>
5.4.1 Общие положения .....	22
5.4.2 Необходимый минимум арматуры .....	22
5.4.3 Размеры арматуры .....	23
5.4.4 Анкеровка и продление арматуры .....	23
5.4.4.1 Анкеровка арматуры .....	23
5.4.4.2 Продление работающей арматуры .....	24
5.4.4.3 Анкерование поперечной арматуры .....	25
5.4.4.4 Прерывание арматуры, работающей на растяжение .....	25
5.4.5 Поперечная арматура .....	26
5.4.6 Крепление арматуры, работающей на сжатие .....	26
5.4.7 Расстояние между стержнями арматуры .....	26
5.4.8 Защита арматуры .....	27
5.4.8.1 Общие положения .....	27

5.4.8.2	Условия среды - классы опасности	27	6.5.3	Расшивка	36
	.....	27	6.5.4	Пунктирование	36
5.4.8.3	Выбор арматурной стали	27	<b>6.6</b>	<b>Соединения слоёв стены</b>	<b>36</b>
5.4.8.4	Слой покрытия арматурной стали	28	<b>6.7</b>	<b>Фиксация арматуры</b>	<b>36</b>
<b>5.5</b>	<b>Соединения стен</b>	<b>29</b>	<b>6.8</b>	<b>Защита свежей кладки</b>	<b>37</b>
5.5.1	Соединения стен, перекрытий и		6.8.1	Общие положения	37
	крыш между собой	29	6.8.2	Уход за кладкой	37
5.5.1.1	Общие положения	29	6.8.3	Защита кладки от замерзания	37
5.5.1.2	Соединение связывающими		6.8.4	Нагружение кладки	37
	пластинами	29	<b>6.9</b>	<b>Точность производимых работ</b>	<b>37</b>
5.5.1.3	Соединение трением	30	<b>6.10</b>	<b>Допустимые отклонения в кладке</b>	<b>37</b>
5.5.2	Соединение между		<b>6.11</b>	<b>Прочие конструктивные элементы</b>	<b>38</b>
	перекрещивающимися стенами	30	6.11.1	Деформационные швы	38
5.5.2.1	Общие положения	30	6.11.2	Высота строительства	38
5.5.2.2	Лёгкие стены	30	6.11.3.	Армированная лёгкая стена с	
5.5.2.3	Двухслойная стена	30		бетонным наполнителем	38
5.5.2.4	Стена с неработающей облицовкой		6.11.4	Армированная стена с карманами	38
	.....	31	<b>6.12</b>	<b>Напряжённые арматурные стержни</b>	
<b>5.6</b>	<b>Канавки (пазы) и уступы</b>	<b>31</b>	<b>и дополнительные приспособления</b>	<b>38</b>	
5.6.1	Общие положения	31	6.12.1	Сохранение напрягаемых арматурных	
5.6.2	Вертикальные канавки (пазы) и уступы			стержней	38
	.....	31	6.12.2	Изготовление и транспортировка	
5.6.3	Горизонтальные и наклонные пазы	31		напрягаемых арматурных стержней	39
<b>5.7</b>	<b>Слой влагоизоляции</b>	<b>31</b>	6.12.3	Установка арматурных стержней	39
<b>5.8</b>	<b>Температурные и долговременные</b>		6.12.4	Предварительное напряжение	
	<b>деформации</b>	<b>31</b>		напрягаемой арматуры	39
<b>5.9</b>	<b>Кладка в грунте</b>	<b>32</b>	<b>Наиболее часто применяемые термины</b>	<b>40</b>	
<b>6</b>	<b>Проведение работ</b>	<b>33</b>	<b>Приложение 1 (информационное)</b>	<b>41</b>	
<b>6.1</b>	<b>Кладочные камни</b>	<b>33</b>	<b>Нормативная прочность кладки на</b>		
<b>6.2</b>	<b>Складирование и обращение с</b>		<b>сжатие</b>	<b>41</b>	
	<b>кладочными камнями и другими</b>		<b>Приложение 2 (информационное)</b>	<b>42</b>	
	<b>материалами</b>	<b>33</b>	<b>Нормативная прочность</b>		
6.2.1	Общее указание	33	<b>неармированной кладки на сжатие</b>	<b>42</b>	
6.2.2	Складирование кладочных камней	34			
6.2.3	Складирование заполнителей				
	раствора и бетона	34			
6.2.3.1	Связывающие вещества	34			
6.2.3.2	Песок	34			
6.2.3.3	Сухие растворы (товарный раствор				
	и предварительно дозированный раствор) и				
	предварительно замешанный известковый				
	раствор	34			
<b>6.3</b>	<b>Раствор и наполнительный бетон</b>	<b>34</b>			
6.3.1.	Общая рекомендация	34			
6.3.2	Раствор и наполнительный бетон,				
	замешиваемые на стройплощадке	34			
6.3.3	Товарный раствор, предварительно				
	дозированный раствор, предварительно				
	замешанный известковый раствор и				
	замешанный до готовности наполнительный				
	бетон	35			
6.3.4	Прочность раствора и				
	наполнительного бетона	35			
6.3.4.1	Прочность раствора	35			
6.3.4.2	Прочность наполнительного бетона				
	.....	35			
<b>6.4</b>	<b>Достижение сцепления и прочности</b>	<b>35</b>			
<b>6.5</b>	<b>Растворные швы</b>	<b>36</b>			
6.5.1	Общие положения	36			
6.5.2	Тонкие швы	36			

**1.2 Обозначения, используемые в руководстве**

В зависимости от контекста используются следующие обозначения:

$\gamma_F$  — дифференцированный коэффициент надёжности по нагрузке,

$\gamma_G$  — дифференцированный коэффициент надёжности по постоянной нагрузке,

$\gamma_M$  — дифференцированный коэффициент надёжности по свойствам материала,

$A$  — аварийная нагрузка, площадь поперечного сечения,

$F$  — нагрузка; сила,

$F_d$  — расчётная нагрузка,

$F_k$  — нормативная нагрузка,

$G$  — постоянная нагрузка,

$G_d$  — постоянная расчётная нагрузка,

$G_k$  — постоянная нормативная нагрузка,

$Q$  — изменяющаяся нагрузка,

$R_d$  — расчётная несущая способность, сопротивление (прочность),

$S_d$  — расчётное внутреннее усилие,

$W_k$  — нормативная ветровая нагрузка,

В зависимости от контекста используемые обозначения для кладки:

$\delta$  — коэффициент, зависящий от ширины и высоты кладки,

$\varepsilon$  — относительная деформация,

$\sigma$  — нормальное напряжение,

$\nu$  — угол уклона,

$\Phi_\infty$  — конечный коэффициент ползучести,

$\varepsilon_{c\infty}$  — конечная деформация ползучести,

$\sigma_d$  — расчётное вертикальное напряжение на сжатие,

$\varepsilon_{el}$  — относительная упругая деформация,

$E$  — модуль упругости,

$E_n$  — модуль упругости элемента,

$F$  — нормативная прочность стены на сжатие или растяжение,

$f$  — прочность кладки на сжатие (в

общем),

$f_b$  — нормализованная прочность элемента кладки на сжатие,

$f_d$  — расчётная прочность кладки на сжатие,

$f_k$  — нормативная прочность кладки на сжатие,

$f_m$  — средняя прочность раствора на сжатие,

$f_{vd}$  — расчётная прочность кладки на сдвиг,

$f_{vk}$  — нормативная прочность кладки на сдвиг,

$f_{vk0}$  — нормативная прочность кладки на сдвиг при отсутствии вертикальной нагрузки,

$f_x$  — прочность кладки на растяжение,

$f_{xd}$  — расчётная прочность кладки на растяжение,

$f_{xk}$  — нормативная прочность кладки на растяжение,

$G$  — модуль сдвига,

$g$  — суммарная ширина двух полос раствора пустотелой стены,

$K$  — константа, связанная с нормативной прочностью кладки,

$k$  — соотношение жёсткости плиты и стены,

$L$  — ширина отверстия между опорами или опорой и свободным концом стены, потолочное отверстие (также  $l_3$  и  $l_4$ ),

$M_d$  — расчётный момент,

$M_m$  — момент на средней высоте стены,

$n$  — коэффициент жёсткости элемента,

$N_{Rd}$  — несущая способность стены (расчётная прочность) при вертикальной нагрузке

$N_{Sd}$  — расчётная вертикальная нагрузка стены,

$t$  — действительная толщина стены (также  $t_1$  и  $t_2$ ),

$t_{ef}$  — эффективность стены,

- $w$  — равномерно распределённая расчётная нагрузка на потолок,
- $W_{sd}$  — расчётная горизонтальная нагрузка на стену,
- $Z$  — поперечный момент сопротивления.
- $d$  — поперечная рабочая высота,
- $f_c$  — прочность на сжатие бетона с наполнителем,
- $f_{ck}$  — нормативная прочность на сжатие бетона с наполнителем,
- $f_{cv}$  — прочность на сдвиг бетона с наполнителем,
- $f_{cvk}$  — нормативная прочность на сдвиг бетона с наполнителем или кладки,
- $F_s$  — сила натяжения стержня арматуры,
- $h$  — общая высота поперечного сечения,
- $M_{Rd}$  — расчётный приемлемый момент,
- $\varnothing$  — диаметр арматуры,
- $s$  — шаг поперечной арматуры,

**Примечание:** как правило, по тексту рядом с обозначение расшифровывается и его значение.

## 2 Материалы

### 2.1 Кладочные камни

#### 2.1.1 Номенклатура камней

АО Columbia-Kivi производит фасадные камни и полые блоки следующей номенклатуры:

Номенклатура кладочных камней и мелких блоков

Таблица 2.1

Код	Название камня	Размеры			Масса кг/шт.
		Ширина мм	Высота мм	Длина мм	
10901	Сплошной камень	90	57	190	2,1
20451	Колотый сплошной камень	45	57	190	1,1
23901	Колотый камень	95	90	390	8,0
21901	Колотый камень	95	90	190	3,5
21905	Колотый угловой камень	95	90	195	4,0
22905	Колотый угловой камень	95	90	295	6,0
23905	Колотый угловой камень	95	90	395/190	9,5
30901	Блок	90	190	390	10,0
53901	Блок	90	190	390	16,0
31401	Блок	140	190	390	13,0
31402	Полублок	140	190	190	7,0
31403	Блок-перемычка	140	190	390	16,0
31405	Угловой блок	140	190	390/190	14,0
31901	Блок	190	190	390	17,0
31902	Полублок	190	190	190	12,0
31903	Блок-перемычка	190	190	390	18,5
31904	Арматурный блок	240	190	390	16,5
32401	Блок	240	190	390	20,0
32402	Полублок	240	190	190	12,5
32403	Арматурный блок	240	190	390	19,0
40951	Колотый блок	95	190	390	17,0
40952	Колотый полублок	95	190	190	8,0
40955	Колотый угловой блок	95	190	295	12,0
40956	Колотый угловой блок	95	190	390	15,5
41951	Колотый блок	195	190	390	20,0
41952	Колотый полублок	195	190	190	11,0
41955	Колотый угловой блок	195	190	395	20,5

Камни производятся серого, коричневого и красного цветов. По заказу производятся и другие цветовые оттенки. Согласно стандарту EPN 6 камни, соответствующие "Columbiakivi", относятся ко второму классу качества. Полые блоки относятся ко второму классу прочности.

#### 2.1.2 Материалы кладочных камней

Камни и блоки изготавливаются из цементной смеси или бетона. В качестве связующего элемента используется портландцемент. Используется кварцевый песок с размером зерна около 2 мм. Состав песка соответствует кривым графиков грохотов технологии *Columbia Machine Inc.* В качестве наполнителя используется также гранитный щебень.

#### 2.1.3 Прочность камней

Средней гарантированной прочностью на сжатие колотых и сплошных камней является

$$R_m = 25 \text{ МПа.}$$

Средней нормативной гарантированной прочностью на сжатие на нетто-площадь является

$$R_{m,net} = 18 \text{ МПа,}$$

нормативной гарантированной прочностью на сжатие на брутто-площадь является

$$f_b = \delta R_m$$

и у пустотелых блоков вычисляется через нетто - брутто-площадь укладки

$$f_b = \delta(A_{net}/A)R_m,$$

где  $\delta$  коэффициент формы камня (смотри EPN-ENV 6.1.1 таблица 3.2). У пустотелых камней принимается

$\delta = 1$ . Величина  $f_b$  может быть приведена и в прилагаемой заводом декларации.

Основные типы камней приведены на следующих схемах:

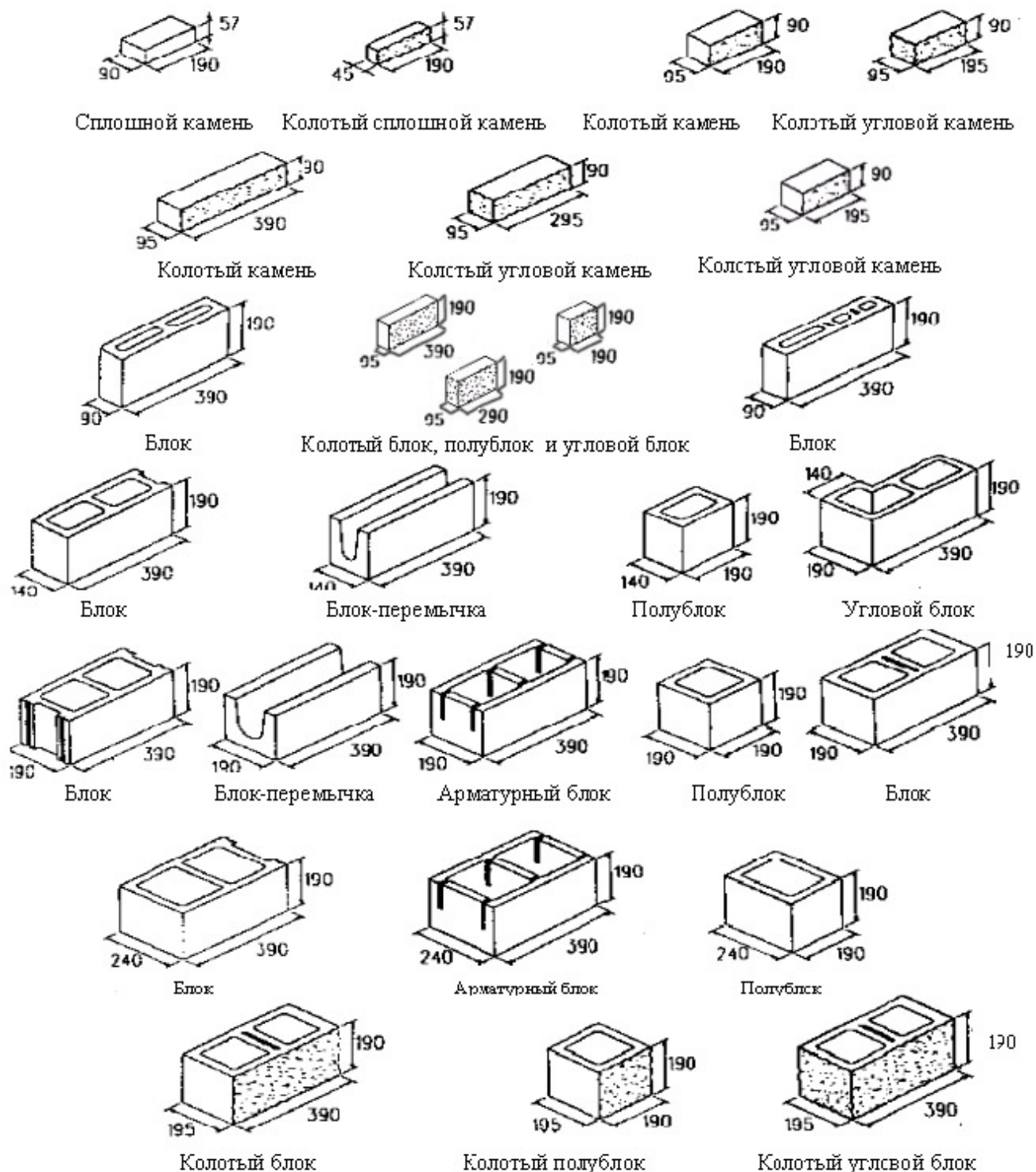


Схема 2.1 Основные типы камней



#### **2.1.4 Прочие свойства**

##### **2.1.4.1 Гигроскопичность**

По своей структуре поры камней являются открытыми, поэтому впитывают воду сравнительно легко, но и высыхают также быстро. Максимальная гигроскопичность 8 %.

#### 2.1.4.2 Морозостойкость

Согласно *SFS 5447* морозостойкость сплошных камней составляет как минимум 75 циклов, а блоков – 50 циклов. Как камни, так и блоки пригодны как для внутренних, так и для наружных условий.

#### 2.1.4.3 Плотность

Плотность пустотелых блоков составляет не менее 2000 кг/м<sup>3</sup>, а у сплошных камней 2100 кг/м<sup>3</sup>.

### 3 Неармированная кладка из камней "columbiakivi"

#### 3.1 Типы кладки

Наиболее распространены следующие типы кладки:

**Заполненная бетоном двухслойная стена:** двухслойная стена, зазор которой заполнен бетоном (зазор шириной более 50 мм). Слои прочно увязаны между собой, под нагрузкой стена работает как единое целое.

**Двухслойная стена:** стена, состоящая из двух однослойных стен, зазор между слоями заполнен строительным раствором (зазор шириной до 25 мм). Под нагрузкой стена работает как единое целое.

**Лёгкая стена:** стена, в которой две параллельные однослойные стенки крепко связаны между собой связями или арматурой, одна из которых или обе несущие или ненесущие. Зазор между стенками пуст, либо полностью или частично заполнен ненесущим изоляционным материалом.

**Стена с оболочковой укладкой** (из пустотных блоков): кладочные камни и блоки укладываются на постель из двух полос раствора, уложенного по наружным граням пустотного блока.

**Стена с ненесущей облицовкой:** стена, облицовка которой не берёт на себя части

нагрузки стены.

**Облицованная стена:** стена, облицовка которой соединена со стеной каменными или стальными связями.

**Однослойная стена:** стена без пустот либо стена, в которой нет вертикального сквозного продольного шва.

Во всех этих конструкциях стены можно использовать цементные камни «columbiakivi».

#### 3.2 Материалы кладки

##### 3.2.1 Камни

В кладке используются камни и блоки «columbiakivi» соответственно выпускаемой заводом номенклатуре.

##### 3.2.1.1 Прочность камней на сжатие

Основой для расчётов служит нормализованная прочность на сжатие  $f_b$  (определяется на основании средней прочности  $R_m$ ).

##### 3.2.2 Строительный раствор

###### 3.2.2.1 Виды раствора

Строительные растворы должны удовлетворять требованиям стандартов EN 998-2 и EPN 6.

*Строительные растворы подразделяются на основные (обычные растворы), а также лёгкие растворы (с лёгким наполнителем) и растворы с мелким наполнителем – в зависимости от их состава.*

*В основных растворах в качестве наполнителя используется, главным образом, кварцевый песок.*

*Растворы с мелким наполнителем используются в тонких горизонтальных швах толщиной 1...3 мм.*

*В лёгких растворах в качестве наполнителя используется перлит, пемза, керамзит, гранулированный пепел или стекло.*

*Дополнительно растворы разделяются по*

расчётной прочности на сжатие или на марки, которые обозначаются буквой  $M$ , за которой следует прочность на сжатие в МПа, например  $M5$ . Растворы можно характеризовать весовым соотношением цемента, извести и песка, например  $1 : 1 : 5$ .

### 3.2.2.2 Свойства раствора

#### Прочность раствора на сжатие

Прочность раствора на сжатие  $f_m$  определяют согласно стандарту EN 1015-11 (Можно использовать финский стандарт SFS 5513).

Основные растворы можно подразделить

- запроектированные растворы, состав которых запроектирован и замешивается при изготовлении так, чтобы были гарантированы предусмотренные показатели прочности согласно EN 1015-11,

- рецептурные растворы, которые изготавливаются для достижения необходимой прочности на сжатие  $f_m$  согласно заранее разработанным соотношениям элементов смеси с добавками и дополнительными компонентами.

Марка раствора в неармированном шве должна быть не менее  $M1$ , а в армированном шве и предварительно напряжённой кладке – не менее  $M5$ . При армировании сетками необходимо использовать раствор с прочностью  $M2,5$  или выше.

Наиболее распространёнными марками раствора являются  $M2,5$ ;  $M5$ ;  $M7,5$ ;  $M10$ ;  $M12,5$ .

Лёгкие растворы необходимо проектировать согласно EN 998-2 марки  $M5$  или прочнее.

(Если данные лёгкого раствора используются в уравнении (3.3), приведённом в п.3.3.2.4, тогда раствор должен быть запроектирован согласно EN 998-2 с маркой не менее  $M5$ ).

#### Долговечность раствора.

Связывающий раствор должен сохранять свои свойства достаточно долго, чтобы обеспечить запроектированный срок службы и конкретные условия использования объекта.

#### Сцепление между камнями и раствором.

Сцепление между камнями и раствором должно соответствовать назначению кладки.

Необходимое сцепление достигается с использованием раствора, который соответствует требованиям стандарта EN 998-2 и проекта, либо с помощью основного изготовленного по рецепту раствора, который не содержит добавок и дополнительных компонентов. Если отсутствуют соответствующие экспериментальные данные или используются местные исходные материалы и приведённые в таблице 3.3 значения  $f_{vko}$ , то необходимо провести испытания по определению прочности на сдвиг согласно EN 1052-3 для того, чтобы убедиться, что прочность на сдвиг  $f_{vko}$  не была меньше, чем должна бы быть у основного раствора.

### 3.2.3 Бетон для заполнения

#### 3.2.3.1 Общее положение

Бетон, используемый для заполнения пустот кладки, должен соответствовать требованиям EN 206.

#### 3.2.3.2 Требования, предъявляемые к бетону, используемому для заполнения пустот кладки

Цилиндрическо-кубический класс прочности бетона, используемого для заполнения пустот кладки, должен быть не ниже  $C12/15$ .

Размер зерна наполнительного материала не должно превышать:

$$(\varnothing_o - \varnothing_s)/5,$$

где  $\varnothing_0$  – размер наименьшего отверстия, а

$\varnothing_s$  – диаметр арматуры.

Размер зерна наполнительного материала не должен превышать 20 мм.

В бетонную смесь необходимо добавлять столько воды, чтобы это гарантировало её необходимую прочность и обрабатываемость.

Обрабатываемость наполнительного бетона должна быть такой, чтобы полностью заполнять все пустоты в кладке. Примечание: Обычно это означает (согласно EN 206) класс конусной усадки S3.

Если пустоты заполняются сухой смесью, то необходимо добавить в неё расширяющие добавки, которые позволят компенсировать уменьшение объёма смеси и её растрескивания в результате потери воды вследствие фильтрации через кладку.

### 3.2.3.3 Прочностные характеристики наполнительного бетона

Согласно EN 206 наполнительный бетон подразделяют на классы по нормативной прочности на сжатие  $f_{ck}$  по цилиндрически-кубической прочности, определяемой на 28-ой день после заливки. Используемые обычно в армированной кладке классы наполнительного бетона приведены в таблице 3.1 вместе со значениями  $f_{ck}$ .

Значения нормативной прочности наполнительного бетона на сдвиг  $f_{cvk}$ , которую можно использовать в расчётах, приведены в таблице 3.2 для каждого класса прочности.

Нормативная прочность наполнительного бетона на сжатие  $f_{ck}$

Таблица 3.1

Класс прочности бетона	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30 либо прочнее
$f_{ck}$ (МПа)	12	16	20	25

Нормативная прочность наполнительного

бетона на сдвиг  $f_{cvk}$

Таблица 3.2

Класс прочности бетона	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30 либо прочнее
$f_{cvk}$ (МПа)	0,27	0,33	0,39	0,45

## 3.3 Прочностные характеристики неармированной кладки

### 3.3.1 Общие положения

Следует различать между собой кладку и стену:

- под кладкой понимается взаимосвязь камней и раствора, обладающая своими определёнными механическими свойствами;
- под стеной понимается конструкция или элемент конструкции, чья прочность зависит от кладки, геометрии стены и связи между собой элементов стены.

Используемые при проектировании механические качества кладки определяются по нормативным значениям, которые, в свою очередь, как правило, определяются в результате стандартизированных испытаний:

- прочность на сжатие  $f$ ,
- прочность на сдвиг  $f_v$ ,
- прочность на растяжение  $f_x$ ,
- диаграмма напряжений деформации ( $\sigma$ - $\epsilon$ ).

Хотя кладка в какой-то мере выдерживает и растяжение, в общем случае прочность на растяжение при проектировании не учитывается.

### 3.3.2 Нормативные прочностные характеристики неармированной кладки

#### 3.3.2.1 Общие положения

Нормативную прочность неармированной кладки на сжатие  $f_k$  определяют на основе испытаний кладки. Временно можно использовать приведённые в приложении 1 таблицы (смотри также 5.2).

Примечание: значение нормативной прочности на сжатие получают из действующих норм либо в процессе проектирования проводят соответствующие

испытания.

Нормативную прочность на сжатие неармированной кладки можно определить согласно EN 1052-1 или исходя из прочности камней и раствора. (Можно использовать финский стандарт SFS 5513).

Если соответствующей базы данных нет, то можно предположить, что зависимость  $f_k$ , а также зависимость между прочностью камней и раствором, соответствует п.п.3.3.2.2...3.3.2.4, и что  $f_k$  – не меньше расчётного, если

- стена сложена в соответствии с требованиями, изложенными в 5 главе EPN-6,  
- если коэффициент вариации камней не превышает 25 %, если камни подобраны в соответствии с требованиями EN 771 и их прочность на сжатие соответствует EN 722.

Нормативная прочность на сжатие, данная в пунктах 3.3.2.2...3.3.2.4, соответствует вертикальной нагрузке постельного шва. Если нагрузка параллельна постельному шву, то нормативную прочность на сжатие можно определить также в соответствии с п.п.3.3.2.2...3.3.2.4, но используя нормализованную прочность камней на сжатие  $f_b$ , которая получена в результате испытаний под нагрузками того же типа. Для камней первой группы можно использовать уравнение (3.1) без изменений. Для камней второй группы константу  $K$  умножают на 0,5. При отсутствии результатов испытаний можно определить прочность кладочных камней следующим образом: для сплошных камней - нормативную прочность на сжатие, определённую поперёк опорной площади камня, умножают на 0,8, а для полых камней - на 0,5.

### 3.3.2.2 Нормативная прочность на сжатие неармированной кладки, сложенной с использованием основного раствора

Нормативную прочность кладки на сжатие, сложенной с использованием основного раствора, можно найти с помощью уравнения

$$f_k = K f_b^{0.7} f_m^{0.3} \text{ МПа} \quad (3.1)$$

где

в качестве значения  $K$  принимается

- 0,46 для камней первой группы прочности;
- 0,42 для камней второй группы прочности;

$f_b$  - определённая согласно 2.1.3 нормализованная прочность на сжатие МПа в направлении приложения нагрузки;

$f_m$  - прочность на сжатие основного раствора МПа.

В качестве условия для применения уравнения должны быть соблюдены следующие условия:

- $f_b$  не больше чем 75 МПа;
- $f_m$  не больше чем 20 МПа, а также не больше чем  $2 f_b$ ;

разброс значений прочности на сжатие не больше 25 %;

толщина кладки точно равна ширине или длине камня, и вдоль кладки нет сплошного шва.

Если в стене имеется сквозной шов, то коэффициент  $K$  умножается на 0,8.

Если используются бетонные блоки второй группы, вертикальные полости которых на месте заполнены бетоном, то при определении  $f_b$  можно допустить при расчётах, что условно мы имеем дело с камнями (блоками) первой группы, а их прочность на сжатие основывается на нетто-площади поперечного сечения, причём прочность наполнителя на сжатие не должна быть ниже, чем самого

блока. Если прочность наполнителя на сжатие ниже, чем у материала блока, то прочность блока на сжатие определяется на основе прочности наполнителя. В случае расчёта прочности колонн (столбов) можно исходить из прочности бетона-наполнителя и площади его поперечного сечения.

### 3.3.2.3 Нормативная прочность на сжатие неармированной кладки, сложенной с использованием раствора с мелкозернистым наполнителем

Если неармированная кладка сложена из цементных камней «columbiakivi» с применением раствора с мелкозернистым наполнителем (согласно п.3.2.2.1), а все швы полностью заполнены и соответствуют требованиям 5.2 (смотри также п.3.3.2.5), то нормативную прочность на сжатие можно найти из уравнения

$$f_k = 0,8 f_b^{0,85}, \quad (3.2)$$

исходя из предположения, что

- допуски размеров камней позволяют использовать легкий раствор;
- нормализованная прочность камней на сжатие  $f_b$  не превышает 50 МПа;
- прочность раствора с мелким наполнителем на сжатие составляет не менее 5 МПа;
- прочность раствора с мелким наполнителем на сжатие берётся не более чем  $f_b$ , и не более чем 20 МПа;
- толщина стены равна ширине или длине камня, а в стене или в её части нет вертикальных швов вдоль стены.

### 3.3.2.4 Нормативная прочность на сжатие неармированной кладки, сложенной с использованием легкого раствора

Если неармированная кладка сложена из цементных камней «columbiakivi» с

применением легкого раствора (согласно 3.2.2.1), а все швы полностью заполнены и соответствуют требованиям 5.2 (смотри также 3.3.2.5), то нормативную прочность на сжатие можно найти из уравнения

$$f_k = K f_b^{0,65} \text{ МПа} \quad (3.3)$$

исходя из предположения, что значение  $f_b$  не берут больше, чем 15 МПа, а толщина стены равна ширине или длине камня, а в стене или в её части нет вертикальных швов вдоль стены.

Значение константы  $K$  в уравнении (3.3) принимают:

- 0,64, если при кладке используется лёгкий раствор плотностью 600...1500 кг/м<sup>3</sup> и бетонные камни (блоки) с лёгким наполнителем в соответствии с EN 771-3;
- 0,56, если при кладке используется лёгкий раствор плотностью 700...1500 кг/м<sup>3</sup> и бетонные камни с мелким наполнителем в соответствии с EN 771-3;
- 0,44, если при кладке используется лёгкий раствор плотностью 600...700 кг/м<sup>3</sup> и бетонные камни с мелким наполнителем в соответствии с EN 771-3.

Примечание: При определении значения «К» при расчёте нормативной прочности кладки на сжатие учтено влияние нормативной прочности раствора на сжатие.

### 3.3.2.5 Определение нормативной прочности на сжатие неармированной кладки с частично незаполненными вертикальными швами

Определить нормативную прочность на сжатие неармированной кладки с частично незаполненными вертикальными швами можно на основании 3.3.2.2...3.3.2.4 допуская при проектировании предположение, что сопротивление на сдвиг любой горизонтальной нагрузке соответствует требованиям.

### 3.3.2.6 Нормативная прочность на сжатие неармированной кладки с оболочным исполнением (из пустотных блоков)

Нормативную прочность на сжатие неармированной оболочковой кладки, которая выложена из камней первой группы на две полосы основного раствора, уложенного по наружным краям камней, можно определить из уравнения (3.1) с учётом приложенных ограничений, исходя их предположения, что ширина каждой полосы раствора составляет не менее 30 мм, а

толщина стены равна ширине или длине камня, и в стене или её части нет вертикальных швов в продольном направлении;

- значение соотношения  $g/t$  не менее чем 0,4,

-  $K = 0,46$ , если  $g/t = 1,0$  или  $K = 0,22$ , если  $g/t = 0,4$ , промежуточные значения линейно интерполируются, где

$g$  - суммарная ширина полос раствора,

$t$  - толщина стены.

При использовании камней второй группы (в такой же кладке и при тех же условиях укладки) нормативную прочность на сжатие неармированной кладки с оболочковой укладкой найдём из уравнения (3.1) при условии, что нормализованная прочность камней на сжатие  $f_b$  определена опытным путём. Испытания проводятся согласно EN 772-1 с уложенными в оболочку камнями, ширина полосы раствора которых не превышает используемую в рассматриваемой кладке, а  $f_b$  определяют, исходя из брутто-площади камней, а не из ширины полос раствора.

### 3.3.3 Нормативная прочность на сдвиг неармированной кладки

Нормативную прочность на сдвиг  $f_{vk}$  неармированной кладки определяют опытным методом.

*Примечание:* Данные испытаний берут из действующих норм или проводят специальные испытания применительно к данному конкретному проекту.

Нормативную прочность на сдвиг неармированной кладки можно определить либо опытным путём, либо вывести, исходя из опытных данных, используя связь между нормативной прочностью неармированной кладки на сдвиг, вертикальным напряжением на сжатие и начальной прочностью кладки на сдвиг  $f_{vko}$  (которую определяют на основе EN 1052-3 и EN 1052-4), или взять из таблицы 3.3 данные, соответствующие использованию основного раствора.

При отсутствии опытных данных или при строительстве специального объекта можно для выложенной основным раствором кладки (в соответствии с 3.2.2.1) и при соблюдении требований к швам в п.5.2 принять в качестве нормативной прочности на сдвиг неармированной кладки  $f_{vk}$  меньшее из следующих значений:

$$f_{vk} = f_{vko} + 0,4\sigma_d, \quad (3.4)$$

$f_{vk} = (0,034f_b + 0,14\sigma_d)$  для камней первой группы прочности;

$f_{vk} = 0,9(0,034f_b + 0,14\sigma_d)$  для камней второй группы прочности;

$f_{vko}$  - значение прочности на сдвиг при отсутствии сжимающих напряжений на площади сдвига (в соответствии с EN 1052-3 или EN 1052-4) и в случае отсутствия добавок и добавочных компонентов в связывающем основном растворе берётся из таблицы 3.3;

*Примечание:* Если отсутствуют соответствующие опытные данные или испытания проведены не в соответствии с EN 1052-3, значением  $f_{vko}$  принимается 0,1 МПа.

$\sigma_d$  - сжимающее напряжение, действующее поперёк площади сечения, из расчётного сочетания нагрузок (учитывать можно только гарантированную нагрузку);

$f_b$  - нормализованная прочность камня на сжатие (2.1.3) в направлении приложения нагрузки.

При отсутствии опытных данных или в случае особого объекта можно для кладки, сложенной с применением основного раствора (в соответствии с п.3.2.1), поперечные швы которой не заполнены, но концы камней в которой плотно прижаты друг к другу, принять в качестве нормативной прочности кладки на сдвиг  $f_{vk}$  меньшее из следующих значений:

$$f_{vk} = 0,5 f_{vko} + 0,4\sigma_d, \quad (3.5)$$

$f_{vk} = 0,7(0,034f_b + 0,14\sigma_d)$  для камней первой группы прочности;

$$f_{vk} = 0,6(0,034f_b + 0,14\sigma_d) \text{ для камней}$$

второй группы прочности;

Для сложенной из камней первой группы на двух полосах раствора обложечной кладки, ширина полос раствора которой не меньше 30 мм и эти полосы расположены по внешним краям постели, нормативную прочность на сдвиг  $f_{vk}$  можно принять:

$$f_{vk} = \frac{g}{t} f_{vko} + 0,4\sigma_d, \quad (3.6)$$

Для кладки, сложенной с применением легкого раствора, при определении нормативной прочности на сдвиг,  $f_{vk}$  с помощью уравнений (3.4) и (3.5) предельные значения  $f_{vk}$  берутся из таблицы 3.3 с коэффициентом 0,8.

Для кладки, сложенной с применением мелкозернистого раствора, при определении нормативной прочности на сдвиг,  $f_{vk}$  с помощью уравнений (3.4), (3.5) и (3.6) предельное значение  $f_{vk}$  берётся из таблицы 3.3, как для относящихся к той же группе глиняных кирпичей..

Значения прочности на сдвиг  $f_{vko}$  и  $f_{vk}$  при использовании основного раствора

Таблица 3.3

Вид камня	Раствор	$f_{vko}$ (МПа)
Глиняные кирпичи	M10...M20	0,30
	M2,5...M9	0,20
	M1...M2	0,10
Силикатные камни Цементные камни Блоки из легкого бетона Бетонные блоки	M10...M20	0,20
	M2,5...M9	0,15
	M1...M2	0,10
Пластик в горизонтальном шве		0

Примечание:

1. Таблица действительна для значений нормативной прочности раствора не менее 2,5 МПа.
2. Для камней второй группы следует определить продольную прочность на сжатие опытным путём.
3. Если в кладке имеются слои теплоизоляции, то начальную прочность кладки на сдвиг  $f_{vko}$  можно определить согласно EN 1052-4.



### 3.3.4 Нормативная прочность неармированной кладки на изгиб

Нормативную прочность неармированной кладки на изгиб  $f_{xk}$  определяют по результатам опытов. Можно также использовать таблицу из приложения №2.

Примечание: либо результаты испытаний находятся в пределах действующих норм или испытания проводятся вместе с проектированием.

Нормативную прочность неармированной кладки на изгиб можно определить либо в результате испытаний, описанных в EN 105, или испытаний, в которых комбинируются положения камней и раствора. Нормативную прочность кладки на изгиб определяют по результатам двух способов разрушения:

- разрушением в несвязанном шве прочностью  $f_{xk1}$  или
- разрушением в связанном шве прочностью  $f_{xk2}$  (смотри схему 3.2).

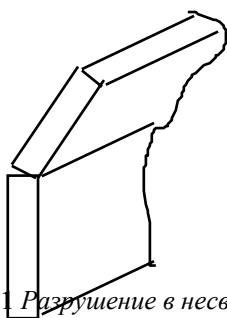


Схема 3.1 Разрушение в несвязанном шве.

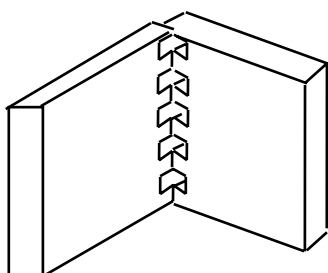


Схема 3.2 Разрушение в связанном шве.

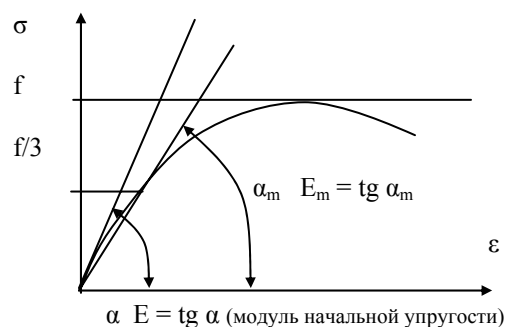


Схема 3.3 Общий вид диаграммы напряжения/деформации кладки

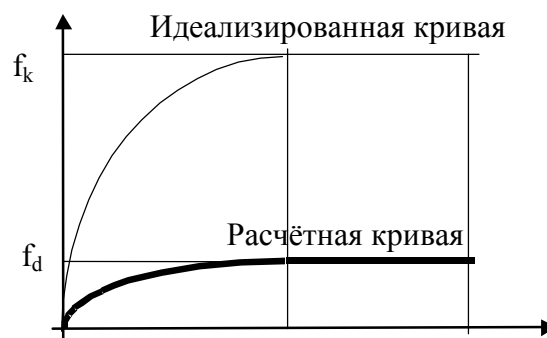


Схема 3.4 Для расчётов сжатия и изгиба по диаграмме напряжения/деформации

Прочность кладки на изгиб  $f_{xk1}$  можно использовать в расчётах только временных, поперечных влияний на стену (например, ветра); значение  $f_{xk1}$  принимается равным нулю, в тех случаях, когда разрушение стены может привести к потере стабильности или разрушению строения.

Прочности кладки на изгиб можно подразделить в зависимости от применяемых камней и раствора и обозначить их буквой  $F$ , за которой следует значения нормативной прочности на изгиб  $F f_{xk1}/f_{xk2}$  (МПа), например  $F 0,35/1,00$ .

Применение слоёв влагоизоляции в стене может существенно сказаться на прочности кладки на изгиб.

### 3.4 Деформационные качества кладки

#### 3.4.1 Зависимость между напряжением и деформацией

Общий вид диаграммы зависимости деформации от напряжения в кладке приведён на схеме 3.3.

В расчётах можно принять кривую диаграммы за параболу, за параболу/прямую и за прямую линию.

*Примечание:* Схема 3.4 аппроксимирована и не обязательно подходит для всех типов камней. Например, для камней с большими пустотами (вторая и третья группа прочности), которые очень хрупки и могут начать разрушаться ещё до горизонтального отрезка кривой деформации.

Значения коэффициента "а" для определения нормативных значений модуля упругости кладки при срезе (модуля сепанса) при кратковременных нагрузках кладки:

**Таблица 3.4**

Камни	$E_{ок} = a \times f_k$ а
Глиняный кирпич с пустотами	1000
Сплошной глиняный кирпич	700
Силикатный камень	700
Камни из лёгкого бетона	1300
Бетонные камни	1000

При проверке предела допустимой при эксплуатации нагрузки значение модуля упругости «Е» рекомендуется умножить на коэффициент 0,6.

При определении модуля упругости для долговременной нагрузки можно исходить из модуля упругости кратковременной нагрузки, который уменьшают в зависимости от воздействия ползучести (смотри 3.4.4).

#### 3.4.3 Модуль сдвига

При отсутствии точного значения для модуля сдвига «G», за его величину можно принять 40% от значения модуля упругости «Е».

Деформационные свойства неармированной кладки, сложенной с использованием основного раствора

#### 3.4.2 Модуль упругости

Модуль упругости «Е» при кратковременных нагрузках определяется экспериментально (согласно EN 1052-1) в условиях эксплуатационной нагрузки, т.е. при нагрузках, составляющих одну треть от максимальной нагрузки, определяемой согласно EN 1052-1.

При отсутствии экспериментальных результатов, полученных в соответствии с EN 1052-1, для расчёта конструкции в условиях эксплуатационной нагрузки можно взять в качестве значения модуля упругости «Е» для цементных камней «columbiakivi»  $1000 f_k$ .

Модуль упругости можно также получить при помощи таблицы 3.4.

#### 3.4.4 Ползучесть, усадка и тепловое расширение

Деформационные качества кладки из различных камней, сложенной с использованием основного раствора, представляет таблица 3.5. Предпочтительно использование значений деформационных свойств, полученных в результате испытаний, а при их отсутствии можно использовать данные таблицы 3.5.

*Примечание:* в таблицах дан основной диапазон соответствующих свойств.

Таблица 3.5

Тип камня	Конечный коэффициент ползучести (смотри примечание 1) $\Phi_{\infty}$		Конечное расширение от влажности или усадка мм/м (смотри примечание 2)		Коэффициент теплового расширения $10^{-6}/K$	
	Промежуток	Расчётное значение	Промежуток	Расчётное значение	Промежуток	Расчётное значение
Глиняный кирпич	0,5...1,5	1,0	-0,2...+1,0	См. примечание 3	4...8	6
Силикатный кирпич	1,0...2,0	1,5	-0,4...-0,1	-0,2	7...11	9
Бетон и обработанный природный камень	1,0...2,0	1,5	-0,6...-0,1	-0,2	6...12	10
Камень из легкого бетона	1,0...3,0	2,0	-1,0...-0,2	-0,4 (см. прим. 4) -0,2 (см. прим. 5)	8...12	10
Природный камень	см. прим. 6	0	-0,4...+0,7	+0,1	3...12	7

Примечания:

1. Конечный коэффициент ползучести  $\Phi_{\infty} = \varepsilon_{c\infty} / \varepsilon_{el}$ , где  $\varepsilon_{c\infty}$  - конечная ползучая деформация, а  $\varepsilon_{el} = \sigma / E$ .
2. Расширение от влажности или усадка: минус показывает сокращение, а плюс - увеличение.
3. Для глины дать это значение не представляется возможным.
4. Значение действительно для пемзы и керамзита.
5. Действительно для лёгких материалов-наполнителей, за исключением пемзы и керамзита.
6. Обычно эти значения крайне малы.
7. При отсутствии экспериментальных данных можно взять данные по деформации кладки, сложенной с использованием тонкого слоя легкого раствора из таблицы 3.4 соответственно виду камня.

### 3.5 Добавочные компоненты

#### 3.5.1 Влагоизоляция

Влагоизоляция препятствует проникновению влаги через каменную кладку.

Срок службы влагоизоляции должен соответствовать сроку службы строения.

Изоляционные материалы должны быть достаточно прочными по отношению к сквозным проколам и при расчётном давлении воды другая сторона влагоизоляции должна оставаться сухой.

#### 3.5.2 Стенные связи

Стенные связи и их крепления должны выдерживать предназначенную для них нагрузку, противостоять разрушающему воздействию агрессивной окружающей среды и смешению слоёв стены относительно друг друга.

Материал стальных связей должен выносить влияние возможных сгибов и спрямлений без потери прочности, вытягивания и без ухудшения антикоррозионных свойств.

Стенные связи должны соответствовать требованиям EN 845-1, а стальные связи, кроме того, удовлетворять требованиям 5.4.8 в отношении защиты стали.

Число связей на одну единицу площади стены должно быть не менее (смотри также 5.4.2.2):

$$\gamma_M \frac{W_{Sd}}{F},$$

где

$W_{Sd}$  - расчётная ветровая нагрузка на единицу площади стены;

$F$  - нормативная прочность связей на сжатие или растяжение (в зависимости от того, которая из них необходима для расчётной схемы),

которая определяется опытным путём согласно EN 864-4, EN 846-5 или EN 846-6;

$\gamma_M$  - дифференцированный коэффициент надёжности материала.

При определении напряжений в кладке от температурного расширения необходимо исходить, как минимум, из следующих деформаций:

- 0,25 мм/м для кладки из глиняного кирпича или легкого бетона;

- 0,3 мм/м для кладки из силикатного кирпича или камней из пенобетона

- 0,4 мм/м для кладки из бетонных камней.

### 3.5.3 Накладки, подвески, зажимы и металлические опорные уголки

Накладки, подвески, зажимы и металлические опорные уголки должны соответствовать требованиям EN 845-1. В рабочем состоянии они должны быть коррозиестойчивы.

### 3.5.4 Сборные перемычки

Сборные перемычки должны соответствовать требованиям EN 845-2. В рабочем состоянии они должны быть коррозиестойчивы.

## 4 Механические свойства армированных и предварительно напряжённых кладок, а также кладочных диафрагм

### 4.1 Общие положения

Прочность армированных и предварительно

Нормативная прочность сцепления арматурной стали, залитой бетоном-наполнителем внутри кладки

$f_{bok}$  (МПа)

Таблица 3.6

Класс прочности бетона	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30 или прочнее
Стержни из гладкой углеродистой стали	1,3	1,5	1,6	1,8
Стержни из профилированной углеродистой и	2,4	3,0	3,4	4,1

напряжённых кладок, а также кладочных диафрагм зависит от взаимодействия использованных в кладке камней, раствора и бетонного наполнителя с механическими свойствами арматуры.

Прочность армированных и предварительно напряжённых кладок, а также кладочных диафрагм находят экспериментальным способом и используют в расчётах так же, как и для неармированной кладки (см. п.3.3.1), а при необходимости дополнительно учитывают:

- прочность бетона-наполнителя на сжатие  $f_c$ ;

- прочность бетона-наполнителя на сдвиг  $f_{cv}$ ;

- предел текучести арматурной стали  $f_y$ ;

- прочность предварительно напряжённой (высокопрочной) стали  $f_p$ ;

- прочность сцепления арматурной стали  $f_{bo}$ .

### 4.2 Нормативная прочность сцепления арматурной стали

Нормативную прочность сцепления арматурной стали  $f_{bok}$  берут из таблицы 3.6, если стержень арматуры находится в бетонном сечении размером не менее чем 150x150 мм либо арматура полностью находится в бетонном заполнителе внутри кладки.

нержавеющей стали				
-------------------	--	--	--	--

Если арматурный стержень находится в растворе или если длина стороны бетонного поперечного сечения менее 150 мм, либо кладка не окружает бетон-наполнитель, тогда нормативную анкерочную прочность арматурной стали  $f_{bok}$  берут по таблице 3.7.

Нормативная анкерочная прочность арматурной стали, находящейся в растворе или в бетоне, которые не окружает кладка.

$f_{bok}$  (МПа)

Таблица 3.7

Марка раствора	M5...M9	M10...M14	M15...M19	M20
Класс прочности бетона	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30 или прочней
Стержни из гладкой углеродистой стали	0,7	1,2	1,4	1,5
Стержни из профилированной углеродистой и нержавеющей стали	1,0	1,5	2,0	2,5

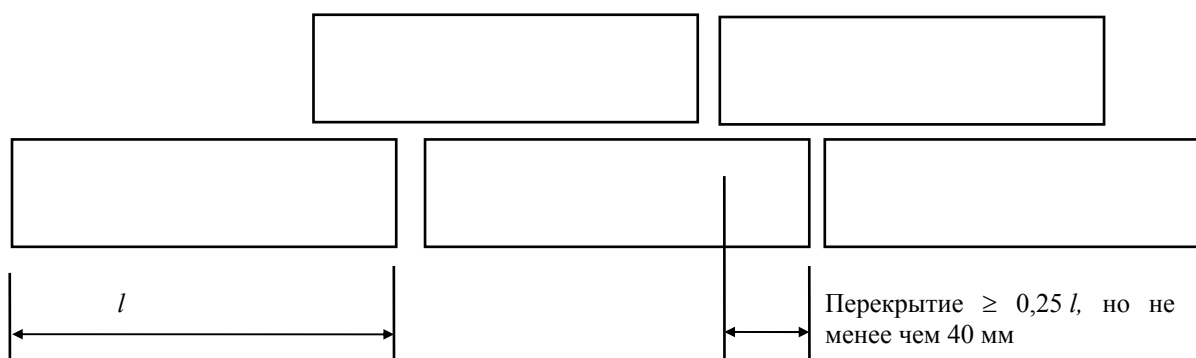


Схема 5.1 Взаимное перекрытие камней стены

## 5 Общие требования к кладке

### 5.1 Сопряжение элементов стены

Кладочные камни, согласно опробированной практике, следует выравнивать между собой при помощи раствора.

Кладочные камни следует укладывать рядами так, чтобы они перекрывали друг друга, а стена работала как единая конструкция. Для того чтобы кладка была надёжной, кладочные камни должны в продольном направлении перекрывать друг друга либо на 0,25 от длины камня или на 40 мм (из этих двух значений выбирается большее, смотри схему 5.1). На углах и в местах

соединений перекрытие не должно быть меньше толщины элемента. Для достижения требуемых перекрытий в концах стены следует использовать расколотые камни.

### 5.2 Растворные швы

Для того чтобы использовать приведённые в 3.3 и 3.4 значения и формулы, необходимо выполнять горизонтальные постельные швы и поперечные вертикальные швы не тоньше, чем 8 мм, и не толще, чем 15 мм, а горизонтальные постельные швы и поперечные вертикальные швы - из раствора с мелкозернистым наполнителем не тоньше, чем 1 мм, и не толще, чем 3 мм. Если швы будут толще 15 мм, то

значения модулей прочности и упругости необходимо уменьшить на коэффициент согласно таблице 5.1.

Коэффициент уменьшения в зависимости от толщины шва

Таблица 5.1

Толщина шва в мм	15	20	25	30
Коэффициент уменьшения	1,0	0,9	0,75	0,6

Постельные швы должны быть горизонтальными, если в проекте не предусмотрено другое решение.

Вертикальные швы можно считать заполненными, если они заполнены по высоте не менее чем на 40% , в противном случае их следует рассматривать как незаполненные (смотри п.3.3.2.5). Вертикальные поперечные швы в армированной кладке, которая нагружена поперёк шва изгибающим моментом и поперечной силой, должны быть полностью заполнены раствором.

### 5.3 Опора сосредоточенной нагрузки

Длина опирания сосредоточенной нагрузки на стену должна быть не менее 100 мм. Для нагрузок  $P \geq 100$  кН необходимо использовать распределительное устройство (подушку).

### 5.4 Установка арматуры

#### 5.4.1 Общие положения

Арматуру следует устанавливать так, чтобы она работала вместе с кладкой и не могла при образовании в ней трещин перемещаться в кладке.

Если при расчётах исходили из применения простых опор, то необходимо считаться с тем, что в кладке возникнет заклинивание некоторых элементов. Рассчитанная как балка арматура кладки должна быть предусмотрена и в местах опоры, вне зависимости от того,

рассчитывалась ли балка как неразрезная или нет. В этом случае необходимо в месте опоры в верхней части кладки предусмотреть арматуру, сечение которой было бы не менее 50% от сечения необходимой натяжной арматуры в центре отверстия (проёма) и закрепить её в соответствии с п.5.4.4.1. Во всяком случае, необходимо хотя бы четверть необходимой арматуры довести до опоры и там надлежащим образом закрепить.

#### 5.4.2 Необходимый минимум арматуры

Необходимый минимум устанавливаемой арматуры должен удовлетворять предъявляемым требованиям и рассчитывается по соответствующим формулам.

Если в кладке арматура предусматривается для увеличения её прочности, то площадь поперечного сечения арматуры не должна быть меньше, чем 0,10 % площади поперечного сечения элемента, которая рассчитывается путём перемножения эффективной ширины рассматриваемого элемента на его рабочую высоту. Если для повышения сопротивляемости стены боковым нагрузкам (например, при моментах изгиба, действующих из стены наружу) в постельных швах кладки используется арматурная сетка, то поперечное сечение такой арматуры должно составлять не менее 0,03% от площади поперечного сечения элемента.

Если используемая в постельных швах арматурная сетка предназначена для ограничения растрескивания кладки, то поперечное сечение такой арматуры также должно составлять не менее 0,03% от площади поперечного сечения элемента.

Удаление арматуры, рассматриваемое от поверхности стены, не должно быть больше четырёхкратной толщины стены или не более 750 мм.

В легкой армированной и заполненной бетоном стене, рассчитанной на воздействие изгибающего момента только одном направлении, обычно необходимо использовать распределяющую поперечную арматуру. Поперечное сечение такой распределительной арматуры не должно быть меньше, чем 0,03% от произведения всей ширины рассматриваемого элемента на его рабочую высоту.

Распределяющую арматуру можно также считать совместно работающей на ограничение растрескивания кладки из-за влияния температурного и влажностного расширения и усадки. Не исключено, что, рассчитывая такие влияния и выполняя требования п.5.4.1, придётся выбрать сечение поперечной арматуры большего размера, чем предусмотренный для распределения напряжений минимум.

Обойтись без распределительной арматуры можно только в стене карманного типа и сходных конструкциях, если не надо связывать кладку с бетонным наполнителем.

### 5.4.3 Размеры арматуры

Максимальные диаметры арматуры должны позволять её укладку подобающим образом в

раствор или наполнительный бетон. Суммарная минимальная толщина арматуры в постельном шве может быть 1,5 мм для раствора с мелким наполнителем и 4 мм для обычного и легкого растворов. Минимальным диаметром одиночных арматурных стержней является величина в 6 мм.

Максимальным диаметром используемой арматуры должен быть такой, чтобы он не превышал приведённые в п.5.4.4 анкерные напряжения и была обеспечена приведённая в п.5.4.8.4 минимальная толщина покрытия арматуры.

### 5.4.4 Анкеровка и продление арматуры

#### 5.4.4.1 Анкеровка арматуры

Для арматуры следует предусмотреть достаточную длину анкеровки, чтобы внутреннее напряжение стержня арматуры передавалось бы в кладку или в наполнительный бетон, и было бы исключено продольное растрескивание или выкрашивание кладки.

Стержень можно заанкеровать прямым анкером, крючком или петлёй, как это показано на схеме 5.2.

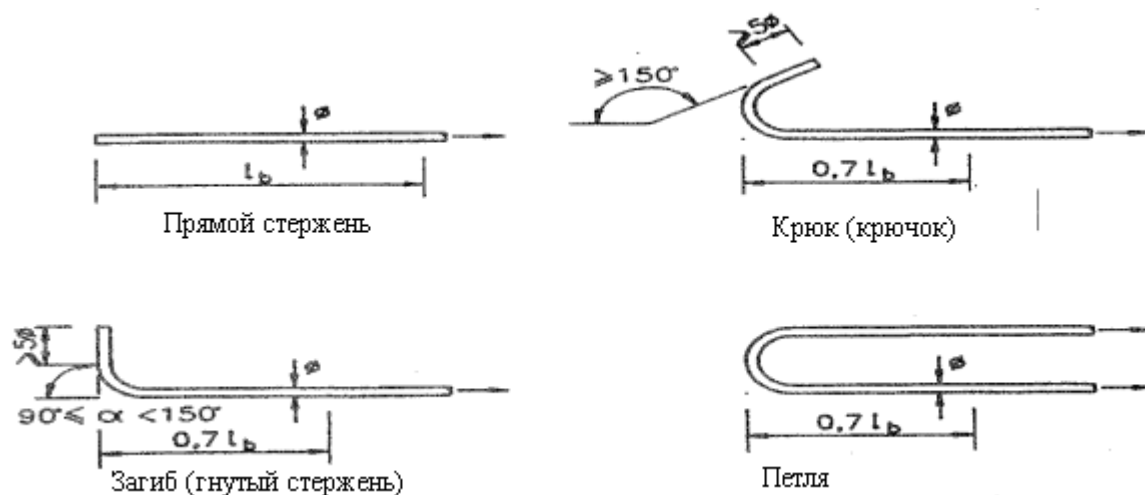


Схема 5.2 Анкеровка стержня

Передачу анкерочного усилия можно осуществить также при помощи соответствующего анкерного устройства.

Прямой анкер и крючок нельзя использовать (смотри схему. 5.2 а) и с)) для анкерки прямых стержней диаметром более 8 мм. Для анкерки стержней, работающих на сжатие, не следует применять крючки и петли.

В случае прямой анкерки необходимую длину анкерования можно рассчитать, исходя из стандартного сцепления, по уравнению:

$$l_b = \gamma_M \frac{\varnothing f_{yk}}{4 \gamma_S f_{bok}} \cdot 1, \quad (5.1)$$

где:

$\varnothing$  - расчётный диаметр арматурного стержня;

$f_{yk}$  - нормативный предел текучести арматурной стали;

$f_{bok}$  - нормативная прочность анкерного сцепления арматурной стали, которую получают из таблицы 3.5 или 3.6;

$\gamma_M$  - дифференцированный коэффициент надёжности кладки или бетона-наполнителя;

$\gamma_S$  - дифференцированный коэффициент надёжности стали.

Применяя крючок или петлю (см. схему 5.2 b) , c) и d)) можно уменьшить прямую часть анкерования до  $0,7 l_b$ .

Если предусмотрено поперечное сечение арматуры большего размера, чем это необходимо по расчётам, то длину анкерования можно пропорционально уменьшить, с учётом того, что

а) длина анкерования, работающего на растяжение, не должна быть короче, чем большее из следующих значений:

-  $0,3 l_b$ ,

- 10 диаметров стержня,

- 100 мм;

б) длина анкера, работающего на сжатие, не должна быть короче, чем большее из следующих значений:

-  $0,6 l_b$ ,

- 10 диаметров стержня,

- 100 мм.

Если это реализуемо, то необходимо предусмотреть вдоль анкера равномерно распределённую распределительную арматуру, причём так, чтобы хотя бы один из её стержней располагался в зоне загиба анкера (см. схему 5.2 b) , c) и d)). Минимальное сечение распределительной арматуры должно составлять 25% от поперечного сечения закрепляемых стержней.

При использовании готовых сеток в постельном шве, определение длины анкера должно основываться на нормативной прочности сцепления анкерования, которая определяется опытным путем согласно EN 846-2.

#### 5.4.4.2 Продление работающей арматуры

Длина продления арматуры должна быть достаточной для передачи расчётных нагрузок.

Для расчёта длины продолжения двух арматурных стержней согласно п.5.4.4.1 исходить нужно из стержня с меньшим диаметром. Длина перекрытия в любом случае должна быть не менее:

$20\varnothing + 150$  мм в зоне сжатия и

$25\varnothing + 150$  мм в зоне растяжения.

Длина продолжения двух арматурных стержней должна быть как минимум:

-  $l_b$  - для работающих на сжатие и растяжение стержней, если в данном сечении продолженными являются менее 30 % стержней и поперечное расстояние в свету между



стержнями составляет не меньше 10 диаметров стержня, а слой покрывающего бетона или раствора не тоньше 5 диаметров стержня;

-  $1,4 l_b$  для стержней работающих на растяжение, если либо 30% или более процентов стержней, находящихся в данном сечении, являются продолженными, либо поперечное расстояние между стержнями составляет менее 10 диаметров стержня, либо слой покрывающего бетона или раствора тоньше 5 диаметров стержня;

-  $2 l_b$  для стержней, работающих на растяжение, если либо 30% или более процентов стержней, находящихся в данном сечении, являются продолженными, либо поперечное расстояние между стержнями составляет менее 10 диаметров стержня, либо слой покрывающего бетона или раствора тоньше 5 диаметров стержня;

По возможности не следует располагать продолжение арматуры в местах высоких напряжений, или в местах, где размеры сечения меняются (например, в стене с уступами). Расстояние между продолжающимися друг друга стержнями не должно быть меньше, чем два диаметра стержня, и не меньше, чем 20 мм.

При использовании готовых арматурных сеток в постельном шве длина продолжения арматуры должна основываться на нормативной прочности на сдвиг анкерного зацепления, которая определяется опытным путем согласно EN 846-2..

#### 5.4.4.3 Анкерование поперечной арматуры

Поперечная арматура, включая хомуты, должна быть с концов согнута в крючок для лучшего закрепления (смотри схему. 5.2 b) и c)) и, где это возможно, предусмотреть установку продольного стержня внутри сгиба

арматурных стержней.

Анкерное закрепление будет достаточным, если прямая часть крючка составит не менее 5 диаметров стержня и не менее 50 мм, а длина загнутой части - не менее 10 диаметров стержня арматуры и не менее 70 мм.

#### 5.4.4.4 Прерывание арматуры, работающей на растяжение

В элементах, работающих на изгиб, каждый арматурный стержень (за исключением, тех, которые находятся в зоне крайней опоры) должен продолжаться от места, где в нём, исходя из расчётов, уже нет нужды, дальше, на расстояние как минимум трёх рабочих высот элемента, и не меньше, чем 12 диаметров стержня арматуры. Место, где теоретически арматура уже не требуется, расположено в той зоне, где найденный, исходя только из продолжающихся стержней, внутренний момент изгиба равняется приложенному расчётному моменту изгиба. Прервать арматуру в растянутой зоне можно только в том случае, если из ниже перечисленных условий хотя бы одно выполняется при всех сочетаниях нагрузок:

- если арматурные стержни продолжаются в ту зону, где они уже не требуются для принятия изгибающего момента, - как минимум на длину анкеровки, учитывающую их расчётную прочность;

- если расчётная поперечная прочность на участке, где арматура прерывается, как минимум в 2 раза больше, чем поперечное усилие на этом участке, обусловленное расчётной нагрузкой;

- если на участке, где арматура прерывается, сечение продолжающейся арматуры как минимум в 2 раза больше, чем необходимо на этом участке для восприятия изгибающего

момента. Если крепление конца элемента в отношении изгибающего момента недостаточно либо оно отсутствует, то необходимо хотя бы 25% работающей на растяжении арматуры, требующейся в центре проёма (пустоты), довести до опоры. Эта арматура может быть заанкерована в соответствии с п.5.4.4.2,

или:

- стержень должен проходить на 12 диаметров дальше центра опоры, причем до центра опоры на арматурном стержне не должно быть изгибов или крючков;

- анкерная часть стержня продолжается от края опоры на 12 диаметров плюс  $d/2$ , где  $d$  - это рабочая высота элемента, а на стержне не должно быть сгибов ближе, чем на  $d/2$  от края опоры.

Если расстояние от края опоры до места приложения основной нагрузки меньше, чем две рабочие высоты элемента, то вся рабочая арматура элемента, работающего на изгиб, должна продолжаться на опору на расстояние в 20 диаметров.

#### 5.4.5 Поперечная арматура

Если требуется расчётная поперечная арматура, то её минимальное поперечное сечение в пределах сечения всей полости должно быть в сумме не меньше, чем 0,1% от поперечного сечения кладки, которую рассчитывают перемножением рабочей высоты рассматриваемого элемента на его эффективную ширину.

Максимальный шаг хомутов не должен быть больше, чем  $0,75d$  и не больше, чем 300 мм.

#### 5.4.6 Крепление арматуры, работающей на сжатие

Работающие на сжатие арматурные стержни

следует закреплять, чтобы избежать их местного выгибания.

В стене, где продольная работающая на сжатие арматура имеет суммарную площадь поперечного сечения  $A_s$  более 0,25% от поперечного сечения армированной кладки  $A_m$  (которая включает в себя также сечение бетона-наполнителя) и при этом использовано больше, чем 25% расчётной продольной прочности, необходимо предусмотреть хомуты. В стене, где продольная работающая на сжатие арматура имеет суммарную площадь поперечного сечения  $A_s$  меньше, чем 0,25 % от поперечного сечения армированной кладки  $A_m$  или использовано меньше, чем 25 % расчётной продольной прочности, можно обойтись без хомутов.

Если хомуты необходимы, то их диаметр должен равняться  $1/4$  наибольшего диаметра продольных стержней, но не менее 4 мм. Шаг хомутов не должен превышать следующие значения:

- размер наименьшей грани армированного элемента;
- 300 мм;
- 12-кратный размер диаметра рабочего стержня.

Если хомуты предусмотрены в вертикальной арматуре, то они должны окружать арматуру, работающую в вертикальном направлении. Каждый угловой стержень вертикальной арматуры необходимо привязывать к внутреннему углу каждого хомута, который не должен превышать  $135^\circ$ . Внутренние стержни вертикальной арматуры должны крепиться к каждому второму хомуту.

#### 5.4.7 Расстояние между стержнями арматуры

Расстояние между стержнями арматуры должно быть достаточно большим, чтобы была

возможна укладка и уплотнение наполнительного бетона или раствора.

В общем случае расстояние между параллельными стержнями не должно быть меньше, чем размер наибольшего зерна наполнительного материала плюс 5 мм, и не меньше, чем двойной диаметр арматурного стержня, и не меньше, чем 10 мм.

За исключением случаев, когда арматура сосредоточена в сердцевине или в карманах, либо если в постельном шве используются готовые сетки, расстояние между конструктивными работающими на растяжение стержнями арматуры не должно превышать 750 мм.

Если рабочая арматура сосредоточена в сердцевине или в карманах, то расстояние между стержнями арматуры, работающими на растяжение, будет равно расстоянию между центрами карманов, максимально отличаясь на 750 мм.

Сечение рабочей арматуры не должно превышать 4% от заполненного бетоном сечения, но в сердцевинах, карманах и местах продления арматуры оно, в порядке исключения, может достигать до 8%.

## 5.4.8 Защита арматуры

### 5.4.8.1 Общие положения

Арматурная сталь должна быть коррозиестойчива либо соответствующим образом защищена от воздействия коррозии.

Сорта арматурной стали и минимальные степени защиты, которые необходимо применять в кладке в случаях различных классов опасности, сформулированы в п.5.4.8.2 и приведены в таблице 5.2. Эта таблица действительна для углеродистой стали, аустенитной нержавеющей стали и гальванизированной стали, исходя из условия,

что покрытие арматурной стали соответствует п.5.4.8.4. В противном случае при использовании незащищённой углеродистой стали её надо защищать бетонным покрытием согласно таблице 5.3.

Если для защиты арматурной стали предусмотрена гальванизация, то её следует проводить после придания арматурным стержням нужной формы.

### 5.4.8.2 Условия среды - классы опасности

Условия среды можно подразделить на пять классов опасности:

**1-й класс опасности:** сухая среда, как в обычных жилых домах и офисах, включая внутренний, защищённый от влаги, слой внешней лёгкой стены.

*Примечание:* этот класс опасности относится либо ко всей кладке, либо только к той её части, в которой затягивание строительных работ не приводят к ужесточению условий.

**2-й класс опасности:** влажная внутренняя среда (например, прачечная) или внутри защищённой от холода кладки, находящейся в неагрессивных грунтах или в воде.

**3-й класс опасности:** в незащищённой от холода кладке, находящейся во влажной среде.

**4-й класс опасности:** кладка, частично или полностью промоченная морской водой, насыщенная солью из морского воздуха, и, расположенная в районе воздействия брызг морских волн, в не зависимости от защиты от холода.

**5-й класс опасности:** химически агрессивная среда в газовом, жидком или твердом виде, либо кладка в агрессивном грунте.

### 5.4.8.3 Выбор арматурной стали

Если арматура устанавливается в более тонком слое, чем это требуется согласно таблице 5.3,

то необходимо выбрать арматурную сталь и степень её защиты из таблицы 5.2 в соответствии с классом опасности.

Если арматура покрывается слоем бетона в соответствии с таблицей 5.3, то можно использовать углеродистую сталь без дополнительной защиты.

#### 5.4.8.4 Слой покрытия арматурной стали

Если выбранную на основе таблицы 5.1 арматурную сталь установили в постельные швы, то необходимо чтобы:

- минимальная толщина покрывающего слоя раствора (от поверхности стержня до поверхности кладки) была 15 мм, как это показано на схеме 5.3;

- слой раствора, над и под расположенной в установочном шве арматурой, должен быть, за исключением применения раствора с мелким наполнителем, не менее 2 мм, как показано на схеме 5.3;

- устанавливать арматуру таким образом, чтобы слой раствора покрывал её всю.

При использовании в постельном шве арматуры из нержавеющей стали, требование покрытия всей арматуры слоем раствора из-за соображений защиты не является обязательным, но для обеспечения необходимого зацепления необходимо, чтобы покрывающий слой раствора был не тоньше диаметра

стержня и был не менее 15 мм.

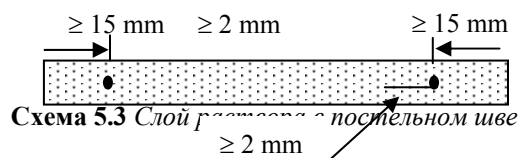


Схема 5.3 Слой раствора в постельном шве

В легкой стене с наполнителем или в многослойной стене со специальными соединениями покрывающий арматуру слой раствора или бетона должен быть, исходя из таблицы 5.2, не меньше диаметра стержня арматуры и не меньше 20 мм.

Для незащищенной арматуры в бетонном наполнителе толщина покрывающего слоя должна быть в соответствии с данными таблицы 5.3.

Резанные концы арматуры, за исключением арматуры из нержавеющей стали, должны защищаться таким же слоем бетона или раствора, как и незащищенная арматура из углеродистой стали при том же классе опасности, если не используются иные способы защиты.

Выбор арматурной стали для обеспечения долговременной службы арматуры

Таблица 5.2

Класс опасности	Минимальная степень защиты арматурной стали	
	<b>В растворе</b>	<b>В бетоне</b> Защитным слоем бетона меньшей толщины, чем требуется по таблице 5.3
1	Незащищенная углеродистая сталь (смотри примечание 1)	Незащищенная углеродистая сталь
2	Сильно гальванизированная или с аналогичной защитой углеродистая сталь (смотри примечание 2)	Сильно гальванизированная или с аналогичной защитой углеродистая сталь (смотри примечание 2)
3,4 и 5	Аустенитная нержавеющая сталь (смотри примечание 4)	Аустенитная нержавеющая сталь (смотри примечание 4)

**Примечания:**

1. Во внутреннем слое легкой стены, который вероятно будет влажным, следует применять сильно гальванизированную или с аналогичной защитой углеродистую сталь, как описано в примечании 2.

2. Углеродистую сталь следует гальванизировать цинковым покрытием с минимальной массой 900 г/м<sup>2</sup> или слоем цинка 60 г/м<sup>2</sup> и затем покрыть, по крайней мере, 80 мкм слоем эпоксидной смолы, чтобы суммарный слой защиты составлял в среднем 100 мкм. Смотри пункт 3.4.3.

3. При кладке следует использовать основной раствор марки не ниже М5, в случае показанной схемы 5.3 - слой с торцов следует увеличить до 30 мм, а кладка должна быть защищена слоем раствора толщиной не менее 15 мм, который должен соответствовать требованиям EN 998-1.

4. В качестве альтернативы арматуре, полностью изготовленной из нержавеющей стали, можно получить аналогичную защиту, используя арматуру из углеродистой стали, покрытую слоем аустенитной нержавеющей стали толщиной не менее 1 мм.

Минимальная толщина слоя бетона для покрытия незащищённой углеродистой стали

Таблица 5.3

Класс опасности	Минимальная толщина слоя бетона мм			
	Водоцементное отношение не менее			
	0,65	0,55	0,50	0,45
	Содержание цемента (кг/м <sup>3</sup> ) не менее чем			
	260	280	300	300
1	20	20	20	20
2	-	25	25	25
3	-	-	40	40
4	-	-	40	40
5	-	-	-	44

Примечание: Все данные таблицы носят рекомендательный характер

**5.5 Соединения стен****5.5.1 Соединения стен, перекрытий и крыш между собой****5.5.1.1 Общие положения**

Если предполагается совместная работа стены с крышей и перекрытиями, то стена должна соединяться с крышей и перекрытиями таким образом, чтобы это позволяло передавать боковую нагрузку на опорные конструкции.

Передача боковой нагрузки может происходить через конструкции перекрытия или крыши (например, железобетонное сборное или сплошное перекрытие, деревянные настилы между опорными баками) исходя из предположения, что конструкция перекрытия или крыши может работать как диафрагма.

Расчётную боковую нагрузку можно передавать от стены на связанные с ней элементы либо через связи, либо через сопротивление трения между стеной и перекрытием или стеной и крышей.

При опоре перекрытия или крыши на стену опорная длина должна отвечать требованиям несущей способности и сопротивлению сдвига, учитывать возможные огрехи и отклонения при изготовлении и установке и не быть менее 65 мм.

**5.5.1.2 Соединение связывающими пластинами**

При использовании связных пластин они должны быть способны передать боковую

нагрузку от стены на опорные конструкции.

Если боковая нагрузка на стену незначительна или она отсутствует, как, например, соединение фронтона с крышей, то необходимо убедиться в надёжности крепления пластины в стену.

### 5.5.1.3 Соединение трением

При опоре бетонного перекрытия, бетонных конструкций крыши или бетонных прогонов непосредственно на стену трение должно быть способно передать боковую нагрузку на стену.

*Связывающие пластины не нужны, если опорные поверхности перекрытия или крыши доходят до середины стены или перекрывают её на глубину не менее 65 мм и нет опасности проскальзывания.*

## 5.5.2 Соединение между перекрещивающимися стенами

### 5.5.2.1 Общие положения

Перекрещивающиеся несущие стены должны соединяться друг с другом так, что бы передавались возникающие поперечные и вертикальные нагрузки.

*В месте соединения перекрещивающихся стен можно сделать:*

- кладку с перевязками (смотри 5.4.1) или
- соединение стержневыми дюбелями или арматурой, уложенной в обеих стенах так, чтобы полученная прочность была бы равна прочности соединяемых стен.

*Желательно, чтобы перекрещивающиеся стены строились одновременно.*

### 5.5.2.2 Лёгкие стены

Два слоя легкой стены должны быть между собой эффективно соединены с помощью связей.

*Число связей между двумя слоями легкой стены не должно быть меньше, чем 4 связи/м<sup>2</sup>.*

*Примечание: связи стены могут быть как отдельными элементами, так и связанными между собой, например готовые арматурные сетки для постельного шва. Связью считается каждый элемент, пересекающий полость.*

Связи стены должны быть защищены от коррозии в соответствии с классом опасности среды кладки (смотри 5.4.8.2).

На свободном краю стены должны быть связи, чтобы соединить между собой два слоя стены.

*Если в стене есть проходное отверстие и его обрамление не в состоянии передать расчётную горизонтальную нагрузку прямо на конструкцию, то те связи, которые должны были бы быть на месте отверстия, необходимо распределить равномерно вдоль вертикальных краёв отверстиями.*

*При выборе связей необходимо исходить из некоторого относительного движения между двумя слоями стены или слоем и обрамлением.*

### 5.5.2.3 Двухслойная стена

Два слоя двухслойной стены должны быть между собой эффективно соединены.

*Два слоя двухслойной стены должны быть между собой соединены такими связями, чтобы они были в состоянии передавать боковые нагрузки между двумя слоями, а их минимальное суммарное поперечное сечение (для стальных связей) было бы 300 мм<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>, при этом для равномерно распределённых связей их было бы не меньше, чем 4 связи/м<sup>2</sup>.*

*Примечание: Некоторые типы готовых сеток для постельных швов также можно использовать в качестве связей между двумя слоями двухслойной стены.*

Стенные связи должны иметь коррозионную защиту, соответствующую классу опасности среды стены (смотри 5.4.8.2).

*При выборе связей между двумя слоями стены*

*необходимо учитывать определённое относительно движение слоёв между собой.*

#### **5.5.2.4 Стена с неработающей облицовкой**

*В стене с неработающей облицовкой необходимо использовать такие связи, чтобы не повредить облицовку или стену.*

### **5.6 Канавки (пазы) и уступы**

#### **5.6.1 Общие положения**

Канавки (пазы) и уступы не должны сказываться на устойчивости стены.

*Недопустимы канавки и уступы, глубина которых превышает половину ширины элемента, за исключением тех случаев, если прочность ослабленной стены специально проверяется.*

*Канавки и уступы не должны проходить через перемычки и другие встроенные в стену несущие элементы. Их также нельзя допускать в армированных элементах кладки, за исключением случаев, если они предусмотрены конструкцией.*

*В легких стенах допустимость пазов и уступов надо рассматривать отдельно для обоих слоёв.*

#### **5.6.2 Вертикальные канавки (пазы) и уступы**

*С уменьшением сопротивления вертикальной нагрузке, поперечной силе и изгибающему моменту, обусловленным канавками и уступами, можно не считаться, если эти канавки и уступы находятся в пределах, указанных в таблице 5.3, причём в качестве глубины канавок и уступов учтена их глубина во время строительства. При превышении этих предельных значений необходимо проверить расчётами сопротивление вертикальной нагрузке, поперечной силе и изгибающему моменту. Все канавки, которые отклонены от вертикали меньше, чем на  $5^\circ$ , считаются вертикальными.*

#### **5.6.3 Горизонтальные и наклонные пазы**

*По возможности следует избегать горизонтальных и наклонных пазов. Если это невозможно, то их надо размещать на высоте  $1/8$  высоты этажа, над или под перекрытием, а их глубина (учитывая их глубину во время строительства) должна быть меньше максимальных значений, приведённых в таблице 5.4. При превышении этих предельных значений необходимо проверить расчётами сопротивление вертикальной нагрузке, поперечной силе и изгибающему моменту.*

### **5.7 Слой влагоизоляции**

Слой влагоизоляции должен передавать горизонтальные и вертикальные расчётные нагрузки, не повреждаясь и не нанося повреждений. Он должен обладать достаточным поверхностным трением, чтобы избежать соскальзывания с него опирающейся на него кладки.

### **5.8 Температурные и долговременные деформации**

Необходимо создать возможности для такого движения стены в результате температурных и долговременных деформаций, которые в противном случае вызвали бы повреждения кладки.

*Необходимо предусмотреть вертикальные и горизонтальные деформационные швы, чтобы дать возможность действовать деформациям, ползучести и прогибам, вызванным температурой и влагой (см. таблицу 3.5), а также возможными последствиями от внутренних напряжений, вызванных вертикальной и боковой нагрузкой, таким образом, чтобы они не приводили к повреждениям в кладке.*

*При определении максимальной ширины*

вертикального деформационного шва необходимо считаться с влиянием следующих факторов:

- объёмная усадка силикатных камней, бетонных (цементных) камней, ячеистого бетона и различных кирпичей;
- необратимое разбухание от влажности глиняных кирпичей;
- колебания температуры и влажности;
- изоляции кладки;
- наличие арматурной сетки в постельных швах.

Необходимо применить меры предосторожности, чтобы дать возможность наружной стене двигаться вертикально. Непрерывное вертикальное расстояние между деформационными швами наружного слоя легкой стены должно быть ограничено, чтобы избежать ослабления связей в стене.

Ширина вертикальных и горизонтальных деформационных швов должна рассчитываться на максимальную предположительную деформацию. При заполнении расширительных

швов их следует заполнять легко сдавливаемым материалом.

### 5.9 Кладка в грунте

Кладка в грунте должна быть такой, чтобы условия в грунте её не повреждали, либо она должна была достаточно защищена от этих условий.

Кладка, находящаяся в контакте с грунтом, должна быть защищена от вреда причиняемого влажностью.

Если грунт содержит химикалии, которые могут быть опасны для кладки, то кладку необходимо сооружать из материалов, устойчивых к воздействию данных химикалий, или она должна быть защищена таким образом, чтобы эти химикалии не могли в неё проникнуть.

Максимальная глубина пазов и уступов в стенах, которая допустима без дополнительных расчётов

Таблица 5.3

Толщина стены (мм)	Канавки и уступы выполнены после кладки стены		Канавки и уступы выполняются во время кладки	
	Макс. глубина (мм)	Макс. ширина (мм)	Макс. ширина (мм)	Минимальная остающаяся толщина стены (мм)
≤115	30	100	300	70
116 - 175	30	125	300	90
176 - 225	30	150	300	140
226 - 300	30	175	300	175
более 300	30	200	300	215

Примечания.

1. Максимальная глубина пазов и уступов в стенах должна достигаться при кладке стены.
2. Вертикальные канавки, которые не доходят выше, чем на 1/3 высоты этажа над перекрытием, могут быть глубиной до 80 мм и шириной до 120 мм, если толщина стены 225 мм или больше.  
Таблица 5.3 продолжается  
Продолжение таблицы 5.3
3. Горизонтальное расстояние между канавкой и другой канавкой, или канавкой и уступом или



отверстием не должно быть меньше 225 мм.

4. Вертикальное расстояние между двумя рядом расположенными уступами (вне зависимости от того, на какой стороне стены он сделан), или между уступом и отверстием (проёмом) не должно быть меньше, чем двойная ширина более широкого уступа.
5. Суммарная ширина вертикальных канавок и уступов не должна превышать 0,13 от длины стены

Глубина горизонтальных и наклонных пазов в камнях, которые можно допустить без расчётов

Таблица 5.4

Толщина стены (мм)	Максимальная глубина (мм)	
	Неограниченная длина	Длина ≤ 1250 мм
≤115	0	0
116 - 175	0	15
176 - 225	10	20
226 - 300	15	25
свыше 300	20	30

Примечания.

1. Максимальная глубина пазов должна достигаться при укладке стены.
2. Горизонтальное расстояние между концом паза и отверстием не должно быть меньше 500 мм.
3. Расстояние между пазами ограниченной длины, вне зависимости от того, расположены они на одной стороне стены или разных, не должно быть меньше чем удвоенная длина более длинного паза.
4. В стенах толщиной более 115 мм глубину пазов можно увеличить на 10 мм, если они выполняются при помощи механического режущего инструмента точно до необходимой глубины. В стенах толщиной более 225 мм можно при помощи механического режущего инструмента вырезать пазы глубиной до 10 мм с обеих сторон стены.
5. Ширина паза не должна превышать половины толщины оставшейся стены.

## 6 Проведение работ

### 6.1 Кладочные камни

Изготовление и поставка кладочных камней должны соответствовать проектной документации.

Цементные камни "columbiakivi" изготавливаются под контролем I класса.

Если кладочные камни поставлены без сертификата, в котором указаны их прочность и класс контроля, следует взять испытательные образцы согласно EN 771 и испытать их, руководствуясь EN 772-1.

Кладка осуществляется в соответствии с

предписаниями проектировщика.

Для получения однородной кладки при необходимости кладочные камни раскалывают для получения нужных размеров.

### 6.2 Складирование и обращение с кладочными камнями и другими материалами

#### 6.2.1 Общее указание

Складирование и обращение с кладочными камнями и другими материалами,

используемыми в кладке, должны быть такими, чтобы материалы сохранялись для дальнейшего использования, не приходя в негодность.

### 6.2.2 Складирование кладочных камней

*Кладочные камни следует аккуратно укладывать в штабеля на подходящей для этого поверхности и защищать их от воздействия дождя, снега, грязи, и воды из-под колес проезжающих автомобилей.*

*Укладочные камни нельзя складывать на поверхности, содержащие вредные для камней химикалии, клинкер и золу.*

### 6.2.3 Складирование заполнителей раствора и бетона

#### 6.2.3.1 Связывающие вещества

*Связывающие вещества должны быть во время хранения и перевозки защищены от соприкосновения с влажностью и воздухом. Отдельные виды связывающих веществ необходимо хранить отдельно друг от друга, чтобы не произошло их смешивания.*

#### 6.2.3.2 Песок

*Открытый песок необходимо складировать на твердом основании, что обеспечивает свободный дренаж всего запаса песка и предотвращает его засорение. Различные виды песка следует складировать отдельно.*

#### 6.2.3.3 Сухие растворы (товарный раствор и предварительно дозированный раствор) и предварительно замешанный известковый раствор

*Содержащие гидрофильные связывающие вещества сухой раствор и предварительно дозированный раствор необходимо хранить в сухом месте.*

*Предварительно дозированный раствор, составляющие которого доставлены на стройплощадку отдельно, необходимо хранить*

*в сухом месте и в соответствии с инструкцией производителя.*

*Готовый к употреблению товарный раствор следует хранить до употребления в закрытом контейнере.*

Предварительно замешанный известковый раствор необходимо складировать на твердую поверхность, что обеспечивает свободный дренаж всего запаса раствора и предотвращает засорение раствора.

### 6.2.4 Хранение и изготовление арматуры

Арматурные стержни и готовые сетки для армирования постельных швов необходимо складировать, изгибать и устанавливать так, чтобы не повредить их и не сделать непригодными для использования по прямому назначению.

Перед использованием арматуры её поверхность необходимо осмотреть. Она должна быть чистой от веществ, которые могут оказаться вредными для стали, бетона или раствора, а также для их сцепляющих свойств.

Изгибать и продолжать арматуру следует в соответствии со стандартами и согласно проекту, избегая при этом:

- механических повреждений;
- разрывов сварки готовых армирующих сеток;
- загрязнений поверхностей веществами, ухудшающими сцепляющие свойства;
- уничтожения маркировки.

## 6.3 Раствор и наполнительный бетон

### 6.3.1. Общая рекомендация

Раствор и наполнительный бетон следует замешивать в соответствии с предусмотренной пропорцией.

### 6.3.2 Раствор и наполнительный бетон, замешиваемые на стройплощадке

Компоненты раствора и наполнительного

бетона следует отмерять чистой мерной посудой и в соответствии с предусмотренной пропорцией.

*Компоненты следует замешать в однородную смесь, используя для этого подходящие механические мешалки, за исключением случаев, когда в проекте разрешено применение ручного замешивания. Следует избегать загрязнения раствора.*

*Раствор и наполнительный бетон следует использовать до начала затвердевания. После начала затвердевания раствор или бетон следует удалить со стройплощадки, поскольку его нельзя освежить.*

*При дозировании материалов для бетона-наполнителя следует учитывать количество влаги, содержащейся в кладочных камнях и растворных швах, уменьшая, при необходимости, количество воды, добавляемой в бетонную наполнительную смесь.*

*Обработываемость наполнительного бетона должна быть такой, чтобы он плотно, без пустот, заполнял всё пространство полости.*

*В случае применения добавок их следует добавлять в соответствии со специальными требованиями.*

*Растворы, содержащие цемент, должны выходить из бетономешалки полностью готовыми к применению, причём в него уже должны быть добавлены все необходимые добавки и дополнительное количество воды.*

### **6.3.3 Товарный раствор, предварительно дозированный раствор, предварительно замешанный известковый раствор и замешанный до готовности наполнительный бетон**

Строительный товарный раствор и предварительно дозированный раствор следует применять в строгом соответствии с указаниями

изготовителя, в том числе использовать указанный тип мешалки и время замеса.

*Предварительно замешанный известковый раствор следует замешивать со связывающим веществом согласно пункту 6.3.2 .*

*Готовый к использованию строительный раствор можно привести в кондицию путём добавления воды (вместо испарившейся) и только в период, гарантированный изготовителем.*

*Раствор следует использовать до окончания срока использования, указанного изготовителем.*

*(4) Замешанный наполнительный бетон следует использовать согласно проекту.*

## **6.3.4 Прочность раствора и наполнительного бетона**

### **6.3.4.1 Прочность раствора**

*Если это требуется категорией производимых работ (см. 6.9), то следует изготовить опытные образцы и испытать их в соответствии с EN 1015-11.*

### **6.3.4.2 Прочность наполнительного бетона**

*Если это требуется, то следует изготовить опытные образцы и испытать их в соответствии с EN 206.*

## **6.4 Достижение сцепления и прочности**

*До начала укладки кладочные камни должны быть влажными для того, чтобы способствовать лучшему сцеплению с раствором. При необходимости для регулировки влажности кладочных камней их можно замочить в воде. Консистенцию раствора можно регулировать с учётом свойств материала кладочных камней. При необходимости можно использовать раствор с изменённым содержанием воды.*

*После возведения кладка требует ухода.*

## 6.5 Растворные швы

### 6.5.1 Общие положения

Швы должны выполняться согласно проекту.

*Швы должны иметь одинаковую толщину и внешний вид, если проектом не предусмотрено иного.*

*Вертикальный поперечный шов можно считать заполненным, если раствор заполняет не менее 40% высоты уложенного в кладку камня.*

Если проектом не предусмотрено заполнение раствором вертикальных поперечных швов, то камни следует укладывать плотно друг к другу.

*Если это необходимо, можно оставить швы открытыми, например, при укладке оболочек (пустотных камней) или для дренажа и вентиляции.*

### 6.5.2 Тонкие швы

Если предусмотрены тонкие швы, то следует укладывать кладочные камни очень точно, чтобы обеспечить равномерный тонкий шов требуемой толщины.

### 6.5.3 Расшивка

*Если того требует проект, производится кладка под расшивку. При расшивке обрабатывается раствор в швах с видимой стороны стены (в то время, пока раствор ещё пластичен), для получения отделанной поверхности, повышения долговечности стены и стойкости стены к осадкам.*

Швы стен тоньше 200 мм не должны быть заделаны на глубину более 5 мм без согласования с проектировщиком.

### 6.5.4 Пунктирование

*В соответствии с проектом можно изготовить чистовой шов с частично незаполненными швами. Швы можно выцарапать или оставить*

*незаполненными на глубину до 15 мм, но не более чем на 15% от толщины стены, а позже снова заполнить раствором. Раствор, используемый для пунктирования, должен обладать теми же свойствами, что и раствор, использованный при кладке камней.*

*До пунктирования следует щеткой очистить швы и, при необходимости, увлажнить их.*

## 6.6 Соединения слоёв стены

Слои стены должны быть связаны согласно требованиям.

Совместно работающие слои стены (например: лёгкая стена, двухслойная стена, стена с работающей облицовкой) должны быть между собой соединены или связаны соответственно требованиям.

*В легкой стене связи должны быть установлены таким образом, чтобы их крепление в обоих слоях соответствовало расчёту и EN 845-1 и не отводило воду по связям от внешнего слоя к внутреннему слою.*

Неработающая облицовка стены должна быть соединена с задней стеной или опорной конструкцией в соответствии с требованиями.

## 6.7 Фиксация арматуры

Арматура должна быть установлена и зафиксирована в соответствии с чертежами, предусмотренными требованиями и допусками.

*Если это необходимо, следует использовать фиксаторы и хомуты, чтобы удерживать арматуру в требуемом месте и для обеспечения необходимой толщины покрывающего слоя.*

*Арматуру можно продолжать только в указанном на чертеже месте. При необходимости стержни арматуры связываются между собой проволокой, чтобы избежать их сдвига при заливке бетоном или раствором.*

## 6.8 Защита свежей кладки

### 6.8.1 Общие положения

Свежую кладку следует защищать от механических повреждений (например, ударов) и влияния погоды.

Верхнюю часть стены следует накрыть таким образом, чтобы в случае дождя избежать вымывания раствора из швов, что может вызвать появление пятен и брызг на поверхности стены, и повреждения неводостойких материалов.

### 6.8.2 Уход за кладкой

Нельзя допускать слишком быстрое высыхание свежей кладки, для этого необходимо предпринять меры предосторожности, которые позволят сохранять кладку влажной до достижения необходимой прочности, особенно в таких неблагоприятных условиях, как низкая относительная влажность, высокая температура и/или высокая скорость движения воздуха, которые способствуют быстрому высыханию кладки.

### 6.8.3 Защита кладки от замерзания

Необходимо применить все необходимые меры для защиты свежей кладки от замерзания, что приведёт к её повреждению.

### 6.8.4 Нагружение кладки

Кладку нельзя нагружать до того, когда она приобретёт достаточную прочность для принятия нагрузки.

Засыпку грунтом нельзя производить раньше,

пока стена не будет в состоянии вынести нагрузку заполнения, с учётом сводной нагрузки и вибрации. Следует обращать внимание на стены, которые временно стоят без опоры, но могут быть нагружены ветровыми или строительными нагрузками. В таких случаях для стабилизации стены следует использовать временные опоры.

## 6.9 Точность производимых работ

Все работы следует проводить с учётом допускаемых отклонений элементов. Все работы должны производиться обученным и опытным персоналом.

Предпринимателю следует привлечь для надзора за работами опытных и квалифицированных лиц. Технические требования, предъявляемые к проведению работ, не должны быть ниже требований действующих строительных норм.

### 6.10 Допустимые отклонения в кладке

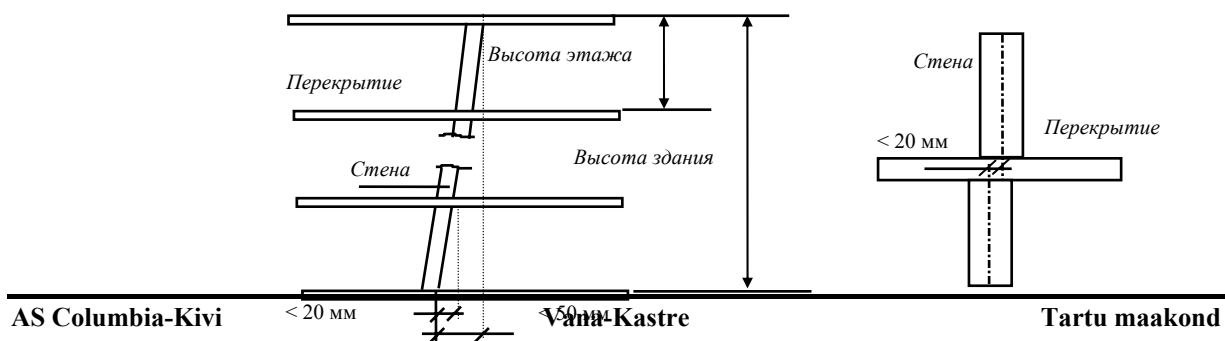
Кладка должна быть уложена по отвесу строго горизонтально, с прямыми горизонтальными и вертикальными швами, если конструктор не предусмотрел иного.

Допустимы следующие максимальные отклонения:

- **вертикальное отклонение:** 20 мм по высоте этажа и не более 50 мм всей высоте здания (смотри схему 6.1 (a));

- **вертикальное осевое отклонение:** оси нижней и верхней стен не должны расходиться более чем на 20 мм (смотри схему 6.1 (a));

- **прямолинейность:** 5 мм на один метр, но не более 20 мм на 10 метров.



а) Вертикальность

б) Соответственная установка

Схема 6.1 Максимальные вертикальные отклонения

## 6.11 Прочие конструктивные элементы

### 6.11.1 Деформационные швы

Деформационные швы должны выполняться согласно проекту.

*Ширина деформационного шва должна быть достаточной для того, чтобы могла происходить ожидаемая максимальная деформация. В шве не должно быть твердых материалов, а наружная поверхность шва может быть при необходимости пунктирована эластичным наполнителем.*

### 6.11.2 Высота строительства

*Высоту выкладываемой за день кладки следует ограничить таким образом, чтобы предотвратить деформацию и перенапряжение свежего раствора. Для расчёта допустимой высоты следует исходить из толщины стены, типа раствора, формы и плотности кладочных камней и влияния ветра.*

### 6.11.3. Армированная лёгкая стена с бетонным наполнителем

*Если внутренняя часть легкой стены будет армироваться и заполняться бетоном, то необходимо очистить простенок от капель раствора и мусора (каменной крошки). Заполнение бетоном должно производиться слоями, чтобы бетон заполнил все пустоты и не затвердел. Последовательность операций и их скорость должны обеспечивать достаточную прочность кладки для приёма давления, оказываемого пластичным бетоном.*

### 6.11.4 Армированная стена с карманами

*Если в стене предусмотрены карманы и стена армируется, то в процессе кладки работающую арматуру необходимо достаточным образом закреплять, чтобы укладка могла бы беспрепятственно продолжаться. Остающиеся вокруг арматуры пустоты для обеспечения сцепления необходимо в процессе работы заполнять раствором или бетоном.*

## 6.12 Напряжённые арматурные стержни и дополнительные приспособления

### 6.12.1 Сохранение напрягаемых арматурных стержней

Напрягаемые арматурные стержни, направляющие трубы и анкерные устройства следует оберегать от вредных воздействий при их хранении, установке, а также и тогда, когда они уже установлены в конструкцию, но не забетонированы.

*При хранении арматурных стержней следует избегать следующего:*

- способствующих коррозии химических, электрохимических и биологических воздействий;
- физических повреждений стержней;
- загрязнений поверхности стержней, снижающих срок службы стержня или его сцепление с бетоном или раствором;
- излишних деформаций арматуры;
- незащищённости от дождя и контакта с грунтом;
- сварку в непосредственной близости предварительно напряжённых стержней без их защиты от сварочных брызг.

*В отношении направляющих труб следует:*

- избегать местных повреждений и внутренней коррозии и
- обеспечить водонепроницаемость.

### **6.12.2 Изготовление и транспортировка напрягаемых арматурных стержней**

Устройства для анкерования и продления арматуры должны соответствовать стандартам. Арматурные стержни также следует монтировать и устанавливать согласно этим стандартам. Наличие направляющих труб определяется проектом.

*Особое внимание следует уделить:*

- сохранению маркировки на всех материалах;
- подходящим методам резки;
- сохранению прямолинейности арматурных стержней особенно в анкерах и продолжениях;
- при подъёме краном и перемещении арматурных стержней оберегать их от местных повреждений и прогибов.

### **6.12.3 Установка арматурных стержней**

При установке арматурных стержней следует строго соблюдать следующие параметры:

- расстояния между арматурными стержнями и толщину покрытия арматуры бетоном;
- особые допуски для напряженных стержней с учётом их расположения, анкерования и продолжения;
- достаточные зазоры для укладки бетона вокруг арматуры.

Допустимые допуски для напряженной

арматуры должны быть указаны в подрядном договоре.

*При укладке металлических направляющих труб они должны тщательно крепиться согласно указанным в проекте размерам, продолжениям и опорам. После установки направляющей трубы следует проделать отверстия по обоим её концам, в самой высокой точке, а также в тех местах, где может скапливаться вода или воздух. До забетонирования трубу следует защитить от попадания внутрь трубы посторонних веществ и предметов.*

### **6.12.4 Предварительное напряжение напрягаемой арматуры**

Напряжение арматуры должно производиться в соответствии с согласованной запланированной программой.

Для проведения предварительного напряжения арматуры должны иметься письменные инструкции.

Рабочие и прочий персонал, проводящий работы по предварительному напряжению, должен иметь специальную соответствующую выучку.

*При проведении работ по напряжению арматуры следует соблюдать необходимые меры предосторожности.*

**Наиболее часто применяемые термины**

**Товарный раствор (предварительно дозированный раствор):** раствор, приготовляемый на стройплощадке из дозированных и смешанных на заводе компонентов;

**Лёгкий раствор:** строительный раствор, у которого плотность сухой массы ниже 1500 кг/м<sup>3</sup>;

**Площадь поперечного сечения:** брутто площадь поперечного сечения элемента;

**Нормализованная прочность кладочных камней на сжатие:** испытательная прочность на сжатие сухого кубика с гранью 100 мм, изготовленного из того же материала, что и камень;

**Раствор с мелким наполнителем:** строительный раствор для швов толщиной 1...3 мм;

**Основной или обычный раствор:** раствор для укладки камней и блоков со швами более 3 мм;

**Запроектированный раствор:** раствор, свойства которого выполняют требования соответствующего стандарта;

**Стенные связи:** связи между вертикальными слоями стены для их соединения между собой через слабые промежуточные слои или для соединения с капитальной стеной или жесткой конструкцией;

**Постельный (укладочный) шов:**

горизонтальный или наклонный шов из раствора для опоры камня или блока;

**Постель (укладочная поверхность):** верхняя или нижняя поверхность кладочного камня или блока при их укладке;

**Уступ:** отступ от поверхности стены;

**Карман (стены):** ребро стены или пилястр кладки с вертикальным отверстием (карманом) для арматуры и бетона-наполнителя;

**Бетон-наполнитель:** бетонная смесь подходящей консистенции и с подходящим размером наполнительного материала для заполнения пустот и проёмов в кладке;

**Арматура шва:** арматура, используемая в швах;

**Паз (желоб):** борозда, проделанная на постели (кладочной поверхности) или другой поверхности при изготовлении кладочного камня;

**Отверстие (полость, пустота, проём):** отформованное проходное или несквозное отверстие или проём;

**Наружная стенка или оболочка полости:** материал между полостью и внешней поверхностью.



## Приложение 1 (информационное)

## Нормативная прочность кладки на сжатие

Нормативная прочность на сжатие кладки из сплошных камней  $f_k$  (МПа) Таблица 11

Прочность камней на сжатие (МПа)	Прочность раствора на сжатие (МПа)			
	2,5	5	10	15
5	2,3	2,5	2,6	2,6
10	4,7	5,0	5,2	5,3
15	5,8	6,3	6,6	6,8
25	7,6	8,2	8,7	9,0
35	9,1	10,0	10,5	10,9
45	10,3	11,5	12,1	12,7
55	11,2	12,9	13,6	14,3

Нормативная прочность на сжатие кладки из камней с отверстиями  $f_k$  (МПа) Таблица 12

Прочность камней на сжатие (МПа)	Прочность раствора на сжатие (МПа)			
	2,5	5	10	15
5	1,6	2,1	2,6	2,6
10	3,3	4,3	5,2	5,3
15	4,1	5,4	6,6	6,8
25	5,3	7,0	8,7	9,0
35	6,4	8,5	10,5	10,9
45	7,2	9,8	12,1	12,7
55	7,8	11,0	13,6	14,3

Нормативная прочность кладки из сплошных блоков на сжатие  $f_k$  (МПа) Таблица 13

Прочность камней на сжатие (МПа)		Прочность раствора на сжатие (МПа)			
		2,5	5	10	15
Блоки из легкого бетона	2	1,4	1,8	1,8	1,8
	3	2,0	2,4	2,4	2,4
	4	2,5	2,9	3,0	3,0
Бетонные блоки	5	1,6	1,7	1,7	1,7
	10	2,2	2,4	2,4	2,4

Прочность раствора и камней смотри в пунктах 3.1.2.1 и 3.2.2.1.

Разрешено линейное интерполирование данных из таблиц.

Все прочности определены по брутто поперечному сечению.

## Приложение 2 (информационное)

## Нормативная прочность неармированной кладки на сжатие

Нормативная прочность неармированной кладки на сжатие  $f_{\text{ск1}}$  (МПа)

Таблица 21

Прочность камней на сжатие (МПа)		Прочность раствора на сжатие (МПа)	
		$\leq 5$	$\leq 10$
Сплошной камень	15	0,10	0,15
	25	0,15	0,20
	$\geq 35$	0,20	0,30
Камень с отверстиями	25	0,30	0,50
	30	0,40	0,55
	$\geq 35$	0,40	0,60
Блоки из легкого бетона	2	0,20	0,20
	3	0,20	0,25
	$\geq 4$	0,25	0,30
Блоки из ячеистого бетона	2	0,15	0,15
	3	0,20	0,20
	$\geq 4$	0,20	0,25
Бетонные блоки	5	0,17	0,17
	$\geq 10$	0,24	0,24

Прочность раствора и камней смотри в пунктах 3.1.2.1 и 3.2.2.1.

Разрешено линейное интерполирование данных из таблиц.

Значение нормативной прочности на растяжение  $f_{\text{ск2}}$  берётся:

- для кладки из камней из ячеистого бетона равной значениям, приведённым в таблице 21;
- для кладки из других камней – значения, приведённые в таблице 21, необходимо помножить на 3.