

23. Каменные и армокаменные конструкции

23.1. Сведения о конструкциях

23.1.1. Каменные материалы

23.1.2. Растворы для каменных кладок

23.1.3. Виды кладки

23.1.4. Перевязки

23.1.5. Опалубочные камни

23.2. Расчет неармированных каменных элементов

23.2.1. Центральные сжатые элементы

Каменные и армокаменные конструкции

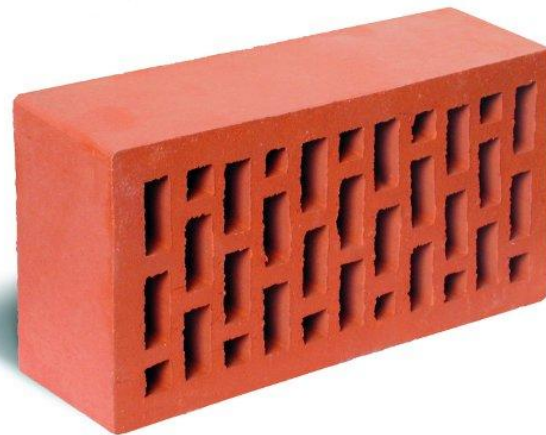
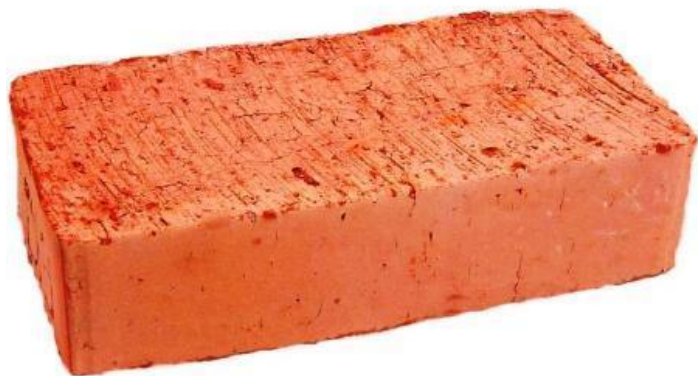


23.1.Сведения о конструкциях

Для каменных конструкций можно применять кирпич полнотелый и пустотелый, каменный кирпич, бетонные и природные крупные блоки, панели.

Следует учитывать, что основной характеристикой каменных материалов, применяемых для несущих конструкций, является их прочность, характеризуемая марками. В соответствии с этим в зданиях высотой более 5 этажей необходимо использовать кирпич и камни марок по прочности на сжатие М150 и более. Проектирование зданий высотой более 12 этажей (36 м) допускается только при условии применения в нижних этажах кирпича повышенной прочности (М150-М300). В последних редакциях СП 15.13330.2012 рекомендовано принимать марку раствора не менее М50.

Во избежание утолщения наиболее нагруженных стен и столбов следует применять усиление каменных конструкций сетчатым армированием или железобетоном (комплексные конструкции). К каменным материалам, применяемым для кладки наружных стен и предъявляются такие требования по морозостойкости, водостойкости, плотности, проценту пустотности, размерам.



23.1.1. Каменные материалы

Каменные материалы различают:

- по происхождению – природные и искусственные;
- величине – кирпич высотой 65, 88 и 103 мм, крупные блоки и панели высотой 500 мм и более;
- структуре – сплошные, пустотелые, пористые;
- пределу прочности:
 - камни малой прочности, марки: 4, 7, 10, 15, 25, 35 и 50 $\frac{K2C}{CM^2}$ (сырцовый кирпич, слабые известняки, легкий кирпич);
 - камни средней прочности, марки: 75, 100, 125, 150, 200 $\frac{K2C}{CM^2}$ (обычный кирпич, бетонные и природные камни);
 - камни высокой прочности, марки: 250, 300, 400, 500, 600, 800 и 1000 $\frac{K2C}{CM^2}$ (глиняный кирпич, бетонные и тяжелые природные камни);
- морозостойкости: F15, F25, F35, F50, F75, F100, F150, F200, F300.

Кирпич считают морозостойким, если средняя по пяти образцам потеря прочности и наименьшее значение показателя отдельного образца, установленные в таблице 3 (ГОСТ 530-95) для данной марки, не более 5%, а средняя по пяти образцам потеря массы – не более 3%.

Долговечность каменных материалов зависит от морозостойкости и определяется сроком службы конструкций без снижения эксплуатационных свойств.

Строительные нормы устанавливают три срока службы каменных конструкций: 100, 50 и 25 лет.



23.1.2. Растворы для каменных кладок

При плотности массы в сухом состоянии $1500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ и более растворы относят к тяжелым; до $1500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ – к легким. В тяжелых растворах применяются плотные заполнители, в легких – пористые.

По пределу прочности на кубиках с размерами сторон 7,07 см устанавливаются марки растворов: 4, 10, 25, 50, 75, 100, 150 и 200 $\frac{\text{см}^2}{\text{см}^2}$

По виду вяжущих различают цементные, известковые и смешанные (цементно-известковые и цементно-глиняные) растворы. Известь и глина являются пластификаторами, обеспечивающими удобоукладываемость раствора, отчего швы кладки заполняются более равномерно и повышается прочность кладки. Расчетные сопротивления кладки на “жестком” цементном растворе ниже на 15 %, чем на смешанных растворах.

Таблица 23.1 - Составы растворов для каменных конструкций

Марка цемента	Объемная дозировка (цемент:известь или глина:песок) для растворов марок					
	150	100	75	30	25	10
400	1:0,2:3,0	1:0,4:4,5	1:0,5:5,5	1:0,9:8,0	–	–
	1:0:3,0	1:0:4,5	1:0:5,5	–	–	–
300	1:0,1:2,5	1:0,2:3,5	1:0,3:4,0	1:0,6:6,0	1:1:10	–
	1:0:2,5	1:0:3,0	1:0:4,0	1:0:6,0	1:1:9,0	–
200	–	–	1:0,1:2,5	1:0,3:4,0	1:0,8:7,0	1:0,8:7,0
	–	–	1:0:2,5	1:0:4,0	–	1:1:9,0

Примечание. В верхней строке приведены составы цементно-известковых растворов, в нижней — цементно-глиняных растворов. 0 в соотношении означает отсутствие данного вяжущего в растворе.



23.1.3 Виды кладки

Различают по виду и способу возведения, а также по способу обработки камня сухую кладку, кладку из неотесанных камней, слоистую кладку и облицовочную кладку.

Кладка стен из природного камня в зависимости от способа ее ведения классифицируется на четыре класса качества от N 1 до N 4 с установленными для каждого класса минимальными значениями прочности камня и основными показателями для отдельных групп растворов. Минимальная толщина несущей стены из природного камня - 24 см, минимальное сечение - 0,1 м².

Сухая кладка и кладка из неотесанного камня

При сухой кладке слабообработанные камни укладываются друг на друга с перевязкой послойно без раствора с по возможности более тонкими швами. Остающиеся пустоты между большими камнями должны заполняться более мелкими камнями. Сухая кладка не должна применяться в стенах большого веса, например в подпорных стенках. Фасадная сторона сухой кладки не должна быть наклонена к вертикали более чем на 10%.

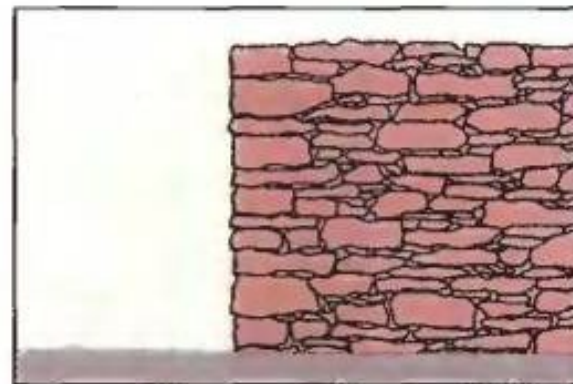


Рис.23.1. Сухая кладка



23.1.3 Виды кладки

При кладки из неотесанного камня приблизительно равномерные неотесанные камни укладываются на растворе с перевязкой. Ложковые и тычковые слои чередуются между собой. Получающиеся при этом неравномерные швы полностью заполняются кладочным раствором. Кладка должна выравниваться через каждые 1,5 м по высоте, это означает, что ложковый слой должен проходить на этом уровне по всей длине стены.

Для углов стен применяют плоские камни больших размеров, которые должны перевязываться попеременно со всех сторон.

Особой формой является циклопическая кладка. Слабо обработанные камки из каменоломен укладываются в стену на обильную растворную подушку, при этом появляется только небольшое количество ложковых швов. Вертикальные и косые швы обильно заполняются раствором.

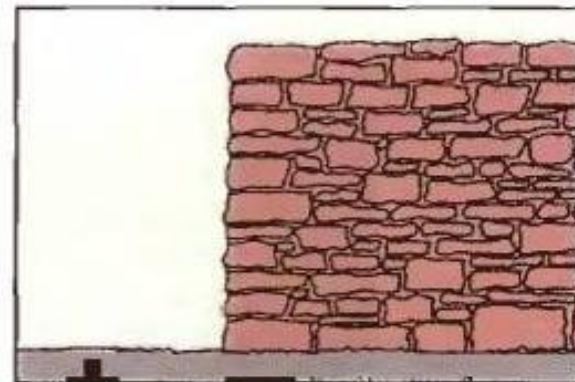


Рис.23.2. Кладка из неотесанного камня

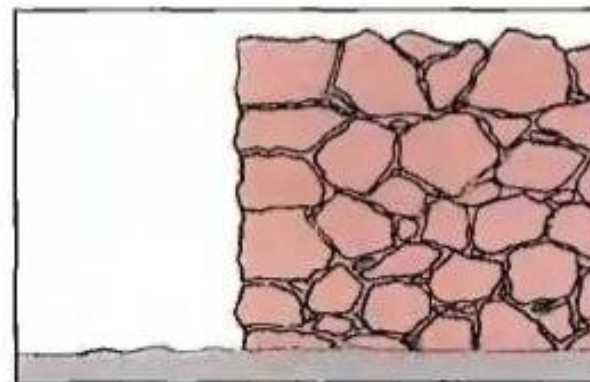


Рис.23.3. Циклопическая кладка



23.1.3 Виды кладки

При слоистой кладке различают молотковую, нерегулярную кладку и регулярную слоистую кладку, а также квадратную кладку. При молотковой и нерегулярной слоистой кладке высоты слоев внутри одного слоя могут меняться, однако через каждые 1,50 м по высоте кладку следует выравнивать ложковым слоем.

Для квадратной кладки необходимо применять только идентичные по размерам камни, обработанные со всех сторон на всю глубину. Ложковые и тычковые слои чередуются. Высоты отдельных слоев могут быть различны, однако внутри одного слоя они должны быть одинаковы на всю длину стены.

Для молотковой кладки применяют камни, имеющие по меньшей мере на 12 см в глубину обработанные постельные плоскости. Последние должны проходить примерно под прямым углом друг к другу. Размеры камней лежат примерно между 25x10x7см и 80x40x40см. Толщина швов от 1 до 1,5 см.

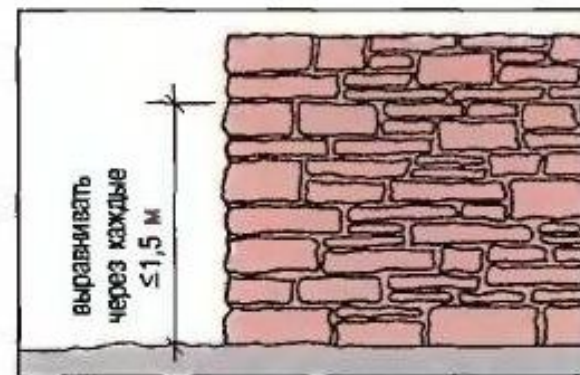


Рис.23.4. Обколотая слоистая кладка

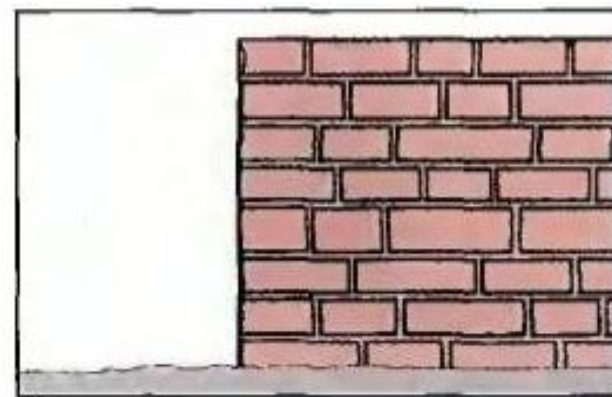


Рис.23.7. Квадровая кладка



23.1.3 Виды кладки

Для нерегулярной кладки применяются камни, которые имеют обработанные постельные плоскости не менее чем на 15см в ширину и обработанные стыковые плоскости. Последние должны быть перпендикулярны друг к другу и к плоскости фасада. Швы проходят горизонтально и вертикально и имеют толщину не более 3 см. Высоты слоев должны лишь немного отличаться друг от друга.

Для регулярной слоистой кладки камни должны быть обработаны на своих постельных и стыковых сторонах на всю толщину. На глубину 15 см ложковые и тычковые стыки должны проходить параллельно или под прямым углом друг к другу. Высота каждого отдельного слоя должна быть одинакова по всей длине стены.

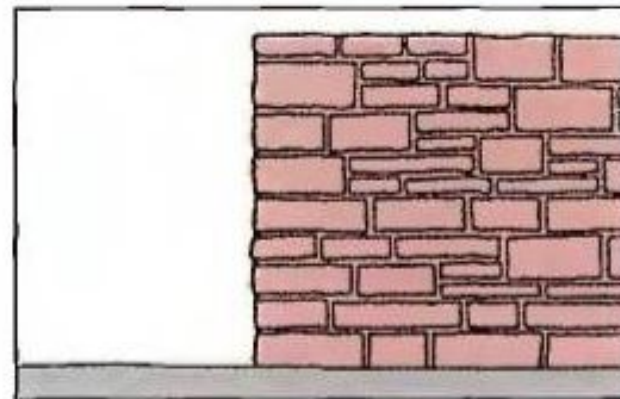


Рис.23.5. Нерегулярная слоистая кладка

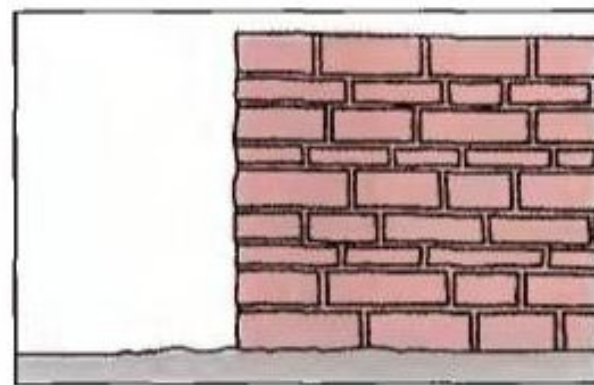


Рис.23.6. Регулярная слоистая кладка



23.1.4. Перевязки

Система перевязки - это порядок укладки кирпичей (камней) в кладке относительно друг друга в соответствии с правилами разрезки кладки.

Различают перевязку вертикальных, продольных и поперечных швов.

Продольные швы перевязывают для того, чтобы кладка не расслаивалась вдоль стены на более тонкие стенки и чтобы напряжения в кладке от нагрузки равномерно распределялись по ширине стены.

Основные системы перевязки кирпичной кладки стен - однорядная (цепная), многорядная, трехрядная, перевязка.

Однорядная (цепная) система перевязки, ряды бывают ложковыми и тычковыми в зависимости от того, как расположены в каждом из них кирпичи относительно фасада стены. Если кирпичи повернуты к фасаду своими короткими торцами (тычками) – такие ряды называют тычковыми. Если кирпичи в ряду лежат длинными сторонами параллельно фасаду, то такие ряды носят название ложковых.

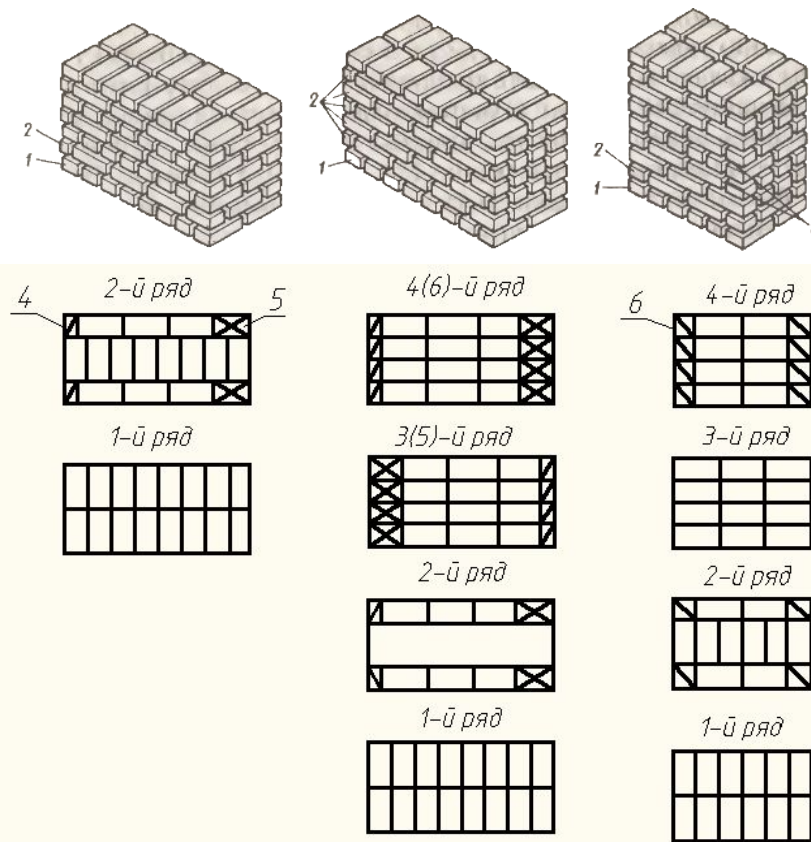


Рис.23.8. Системы перевязки при кладке стен 2 кирпича



23.1.4. Перевязки

Многорядная перевязка.

В случае многорядной перевязки выкладываются ложковые ряды, перевязываемые через 5-6 рядов тычковыми рядами. Количество ложковых рядов определяется размерами кирпича и составляет 6 рядов для кирпича толщиной 65 мм и 5 рядов для кирпича толщиной 88 мм.

Нижний (первый) ряд при многорядной перевязке выкладывается, как и при однорядной перевязке – тычками.

Дальнейшая укладка кирпичей зависит от толщины стены. Второй ряд стен имеющих толщину в $\frac{1}{2}$, $1\frac{1}{2}$, $2\frac{1}{2}$, то есть кратную нечетному числу кирпичей, выкладывается так – наружная верста последующих рядов от второго до шестого кладется ложковыми рядами с последующей перевязкой в седьмом ряду верстой из тычков. Внутренние версты выкладываются во 2 ряду – тычками, в 3-6 рядах – ложками с перевязкой вертикальных поперечных швов на $\frac{1}{2}$ или $\frac{1}{4}$ кирпича.

Трехрядная перевязка швов.

Трехрядная перевязка – это одна из разновидностей многорядной системы, когда тычковыми рядами перевязываются каждые три ложковых ряда. Трехрядная система перевязки чаще всего применяется при выкладывании столбиков и простенков для их большей устойчивости.

Такая кладка как нельзя лучше подойдет, если вы планируете устройство столбчатых опор под лаги пола. Но, о выкладывании столбиков мы подробнее поговорим в другой публикации, а сейчас давайте посмотрим на схему трехрядной перевязки.



23.1.5. Опалубочные камни

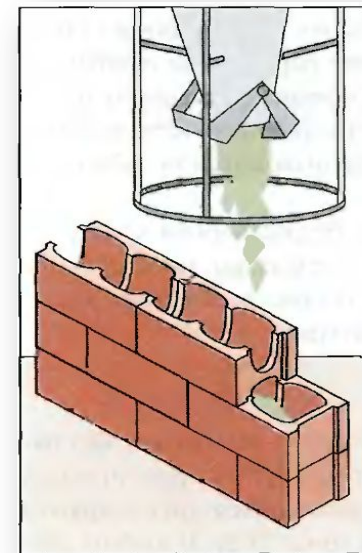
При строительстве стен могут применяться опалубочные элементы, подобные кладочным камням. Эти элементы имеют вертикальные пустоты и поперечные прорезы и изготавливаются из пористого бетона или нормального бетона. Они могут иметь гладкие поверхности со всех сторон или быть снабжены на тычковых и ложковых гранях системой «шпонка-паз». Камни в зависимости от вида наружных поверхностей могут укладываться с ложковой перевязкой насухо, или на растворе обычных растворных групп, или на тонкошовном растворе.



Пустоты при возведении стен заполняются бетоном В10, В15. Бетонные колонны в опалубочных камнях связываются между собой за счет бетона, перетекающего из одной вертикальной пустоты в другую через горизонтальные вырезы.

Высота заполнения зависит от строительного вида камней и может составлять от высоты одного слоя до высоты этажа. Кладка с опалубочными камнями требует допуска строительного надзора.

В бетонном строительстве могут применяться также опалубочные камни из других строительных материалов, например из древесно-стружечного бетона или из пенопласта. Заполнение бетоном здесь производится бетоном В15 и В25.



23.1.6. Армирование кладки

В целях повышения прочности каменной кладки ее усиливают стальной арматурой, железобетонными включениями, а также стальными, железобетонными и растворными армированными обоями.

Различают следующие виды армирования и усиления каменных конструкций:

- поперечное (сетчатое с расположением арматурных сеток в горизонтальных швах кладки);
- продольное с расположением арматуры снаружи, под слоем цементного раствора или в бороздах, оставляемых в кладке;
- армирование посредством включения в кладку железобетона (комплексные конструкции);
- усиление посредством заключения элемента в железобетонную, армированную растворную или стальную обойму из уголков.

Армирование каменных конструкций значительно повышает их несущую способность и монолитность, обеспечивает совместную работу отдельных частей зданий, а также является основным способом увеличения сейсмостойкости каменных конструкций и здания в целом.

Марка кирпича принимается не менее М75, раствора – не менее М50.



23.2. Расчет каменных элементов

Перед расчетом необходимо установить, каким воздействиям подвергается элемент. чаще всего каменные конструкции подвергаются следующим воздействиям:

Нагрузки, в зависимости от продолжительности их действия, делятся на длительные и кратковременные.

1) К постоянным нагрузкам относится вес частей здания, перекрытий, перегородок, стен.

2) К длительным нагрузкам относятся: вес временных перегородок, вес стационарного оборудования, нагрузки на перекрытия от складироваемых материалов в складах, холодильниках, книгохранилищах; нагрузки от людей на перекрытиях с понижающими значениями; снеговые нагрузки с учетом понижающих коэффициентов.

3) К кратковременным нагрузкам относятся: нагрузки от людей на перекрытиях зданий с полными нормативными значениями, нагрузки от подъемно-транспортного оборудования, снеговые нагрузки с полным нормативным значением, ветровые нагрузки.

4) К особым нагрузкам относят сейсмические и взрывные воздействия и аварийные.



23.2.1. Центральные сжатые элементы

Предел прочности в их видов кладок при кратковременных нагрузках определяются по формуле Л. И.Онищика

$$R_u = A \cdot R_1 \left(1 - \frac{a}{b + \frac{R_2}{2R_1}}\right) \cdot \gamma, \quad (23.1)$$

где

R_1 - предел прочности камня при сжатии, выражен в $\frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$;

R_2 - предел прочности раствора;

m и n - коэффициенты, зависящие от вида камней, из которых выполнена кладка (для кирпичной кладки $m=1.25$ и $n=3$);

a и b - коэффициенты, зависящие от вида камней, из которых выполнена кладка (для кирпичной кладки $a=0.2$; $b=0.3$);

γ - коэффициент применяют при определении прочности кладки на растворах низких марок (В25 и ниже);

A - конструктивный коэффициент определяется по формуле

$$A = \frac{100 + R_1}{100 \cdot m + n \cdot R_1}. \quad (23.2)$$

