

TECHNOLOGIES FOR ENSURING SEISMIC RESISTANCE OF BRICKWORK

Kondratyev Vladimir Anatolyevich

Head of the Department of Technology and Organization of Construction, Associate Professor, Ph.D., Samarkand State Architectural and Construction Institute, 140147, Uzbekistan, Samarkand, st. Lolazor, 70; e-mail: vkondratev1958@mail.ru, tel. +99891 557-80-74

Kurtametov Said Eskenderovich

Senior Lecturer, Department of Technology and Organization of Construction, Samarkand State Architectural and Construction Institute, 140147, Uzbekistan, Samarkand, st. Lolazor, 70; e-mail: k.saidbek_1987@mail.ru; Tel. +99893 331-27-95

Abstract: The article notes the most frequent in the practice of construction, violations of masonry technology and their impact on its performance. Methods and technological methods of making brickwork, as well as measures to ensure its strength and seismic resistance are given.

Key words: brickwork, earthquake resistance, vertical joints, adhesion, technologies, measures, moisture.

Введение. Несущие конструктивные системы жилых зданий, строительство которых осуществляется, например в г. Самарканде, представлены в основном каменной кладкой комплексной конструкции, в которой в качестве элементов усиления используются монолитные железобетонные сердечники и обрамления проёмов, антисейсмические пояса и армирование кладки.

Практический опыт авторов в проведении авторского надзора на целом ряде строительных объектов, свидетельствует о несоблюдении строителями элементарных правил и технологий выполнения каменных работ, игнорировании мероприятий, обеспечивающих несущую способность, сейсмостойкость и другие эксплуатационные качества каменной кладки, регламентируемых, в том числе, и нормативными документами [1, 2 и др.].

Установлено, что наиболее часто встречающимися фактами нарушения технологий каменной кладки являются:

1. Несоответствие действительных прочностных характеристик материалов кладки (кирпича, мелкоштучных блоков и кладочного раствора) проектным значениям и требованиям п. 3.5.3 КМК [1];
2. Несоблюдение правил погрузочно-разгрузочных работ и подачи каменных материалов к рабочим местам в пакетированном виде;
3. Необеспеченность каменщиков полным набором нормокомплекта;
4. Недостаточный уровень квалификации каменщиков;
5. Использование многорядной системы перевязки швов;
6. Невыполнение мероприятий по предотвращению потери влаги кладочным

раствором при транспортировке;

7. Невыполнение мероприятий по увлажнению каменных материалов перед укладкой и ухода за кладкой в летний период;
8. Несоблюдение требуемой толщины горизонтальных швов;
9. Отсутствие или некачественное заполнение вертикальных швов кладки раствором и др.

Всё это неизбежно приводит к отмеченной выше необеспеченности требуемой несущей способности и сейсмостойкости кладки, её теплофизических характеристик.

В частности, отсутствие или некачественное заполнение вертикальных швов кладки приводит не только к резкому снижению теплофизических свойств наружных стен, но и к уменьшению несущей способности кладки (на 6 - 7%), так как раствор в вертикальных швах препятствует свободной деформации камня в горизонтальном направлении при приложении вертикальной нагрузки. Пустые или некачественно заполненные вертикальные швы являются концентраторами напряжений и становятся «инициаторами» вертикальных трещин. На сопротивляемость же кладки горизонтальным воздействиям, особенно сейсмическим, качественное заполнение вертикальных швов является одним из определяющих факторов.

Невыполнение мероприятий по увлажнению каменных материалов перед укладкой и ухода за кладкой в летний сухой и жаркий период, приводит к тому, что сухой (и нагретый солнечной радиацией до довольно высоких температур) кирпич, после укладки на раствор быстро впитывает из него воду. Содержание воды в растворе оказывается недостаточным для полной гидратации цемента и часть его, без взаимодействия с водой, остается неиспользованной; прочность раствора и сцепление его с кирпичом резко снижаются. Уменьшается влагосодержание раствора, снижается его пластичность и удобоукладываемость, сокращается время твердения раствора.

Кроме того, неувлажнённые перед укладкой каменные материалы, имеющие на своих поверхностях слой пыли, не обеспечивают требуемого сцепления с раствором, снижая категориальность кладки по сопротивляемости сейсмическим воздействиям. При этом, обязательное увлажнение кирпича водой предусмотрено в ШНК 4.02.8-04 «Конструкции из кирпича и блоков» [2].

Отмеченное выше указывает на необходимость неукоснительного соблюдения регламентируемых нормативными документами [1, 2] положений и технологий каменной кладки, способов и технологических приёмов её выполнения, в том числе мероприятий по выполнению её в экстремальных условиях. В связи с этим, представляется целесообразным акцентировать внимание строителей на апробированные многовековой историей каменной кладки технологии её выполнения, на современные направления их совершенствования, что является одним из предметов исследований авторов и целью настоящей статьи.

Материалы и методы. Исследования заключались в выявлении и классификации

наиболее часто встречающихся фактов нарушения технологий каменной кладки, которые были зафиксированы при проведении авторского надзора на целом ряде строительных объектов, а также в результате натурных обследований технического состояния кирпичных зданий, опыт проведения которых был накоплен авторами в течение последнего ряда лет. Наряду с этим использовался опыт и других авторов [3 и др.].

На основе полученных результатов, в привязке к зафиксированным фактам нарушений, приведены регламентируемые нормативными документами положения и технологии каменной кладки, способы и технологические приёмы её выполнения, отражающие их особенности, состав и последовательность выполнения операций по производству работ, а также мероприятия по выполнению кладки в экстремальных условиях. С этой целью ниже приводится комплекс основных мероприятий, обеспечивающих сейсмостойкость кирпичной кладки.

1. Использование однорядной системы перевязки швов

Однорядная (или цепная) система перевязки швов предусматривает чередование тычкового ряда с ложко'вым. В результате вертикальные поперечные швы, в смежных рядах, получают сдвинутыми относительно друг друга на четверть кирпича, а продольные - на полкирпича. Однорядную систему применяют при кладке стен, простенков и других сильно нагружённых частей зданий и сооружений. Несущая способность однорядной системы на 6% выше по сравнению с многорядной. Кроме того, в многорядных системах имеется вероятность выпучивания верстовых рядов, не имеющих перевязки в поперечном направлении стены.

Независимо от системы перевязки швов, кладку всегда начинают и заканчивают тычковым рядом. Тычковые ряды прокладывают под опорными частями балок, прогонов, плит перекрытия в выступающих рядах кладки (карнизах, поясах). В тычковых рядах, для обеспечения перевязки швов кладки, используют только целый кирпич.

2. Толщина швов

Прочность кладки тем выше, чем меньше (в пределах оптимальности) толщина швов, которую с учётом этого принимают: горизонтальных - 10...15 мм (осреднённая 12 мм); вертикальных - 8...15 мм (осреднённая 10 мм). С учетом усреднённой толщины вертикальных швов 10 мм, толщину перегородок и стен назначают величиной 120, 250, 380 и 510 мм.

3. Способы кладки и обеспечение заполнения вертикальных швов

Выбор способа кирпичной кладки зависит от того, собираются ли делать стену под штукатурку или под расшивку. Под штукатурку применяют простой способ «впрыск», под расшивку - более сложные способы «впрыск с подрезкой раствора» и «вприжим».

Способ «впрыск» используют при кладке впустошовку (когда предполагается

оштукатуривание поверхности). Кирпич укладывают без использования кельмы; раствор расстилают толщиной 20-25 мм, отступая от края стены на 20...30 мм. Ширина слоя раствора под тычковый ряд - 220...230 мм, а под ложковый - 30...100 мм. Вертикальный шов образуют путём загребания раствора из постели гранью укладываемого кирпича. Захватывать раствор начинают на расстоянии 6...7 см от ранее уложенного кирпича. Уложенный кирпич затем осаживают нажимом руки (Рис. 1,а). Кладку способом «вприсык» можно вести двумя руками, что повышает производительность труда.

а

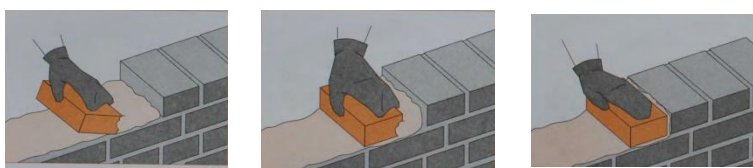
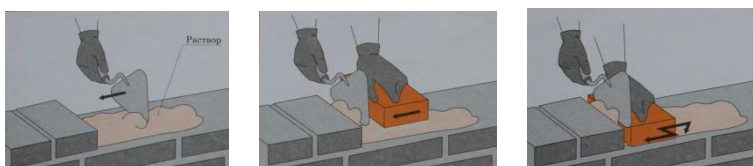


Рис. 1 –
Способы
кладки :

а – «вприсык»;
б – «вприжим».

б



Способ "вприсык с подрезкой" используют при кладке с полным заполнением швов. Этот способ отличается от способа "вприсык" тем, что раствор расстилают, отступая от края стены на 10 мм, а при осаживании кирпича, часть его выжимают на лицевую поверхность и подрезают кельмой (Рис. 1,а).

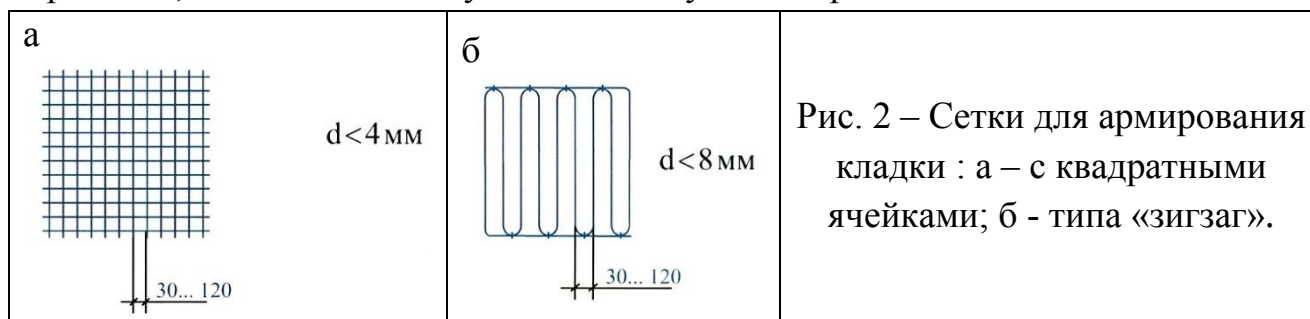
Способ «вприжим» применяют при возведении сильно нагруженных конструкций. Раствор на постели также распределяют на расстоянии 10 мм от вертикальной плоскости стены. При укладке кирпича каменщик срезает кельмой с постели часть раствора, наносит его на грань ранее уложенного кирпича и зажимает укладываемым кирпичом, постепенно поднимая кельму. Кирпич осаживают и поправляют ударами рукоятки кельмы. Выжатый при этом раствор подрезают кельмой (Рис. 1,б). Способ «вприжим» обеспечивает самую прочную кладку, чистую и с хорошим заполнением швов. В то же время, этот способ является и самым трудоёмким из всех перечисленных.

Для каждого способа требуется раствор с разной подвижностью. Для способа «вприсык» используют подвижный раствор; для способов «вприсык с подрезкой раствора» и «вприжим» требуется более жесткий раствор, - 10...12 см и 7...9 см осадки конуса, соответственно.

4. Армирование кладки

Армирование кладки выполняют для повышения несущей способности стен и столбов путём укладки в горизонтальные ряды сварных сеток с квадратными ячейками или сеток типа "зигзаг" (Рис. 2). При этом, толщина швов должна превышать сумму диаметров пересекающихся стержней не менее чем на 4 мм. Сетки с квадратными

ячейками изготавливают из проволоки диаметром до 4 мм, а сетки типа «зигзаг» - до 8 мм. Сетки располагают не реже чем через 5 рядов кладки, а при утолщенном кирпиче - через четыре. Сетки типа «зигзаг» укладывают в двух смежных рядах с обеспечением взаимной перпендикулярности направлений прутков. Для обеспечения контроля армирования, концы сеток выпускают за одну из поверхностей стены.



5. Выполнение кладки в экстремальных условиях

Экстремальными условиями для выполнения кладки являются производство работ при отрицательных температурах, в условиях сухого и жаркого климата и в районах с повышенной сейсмичностью.

5.1. Выполнение кладки при отрицательных температурах

Известно, что одним из компонентов кладочных растворов является вода, способная при замораживании увеличиваться в объеме, разуплотняя растворы за счет образования ледяных линз и снижая их прочность. Прочность растворов после оттаивания восстанавливается не полностью (особенно при замерзании раствора в раннем возрасте). Прочность раствора, при которой замораживание уже не сказывается отрицательно на его конечной прочности, называется критической и составляет около 20 % его расчетной прочности.

При производстве кладки в зимнее время обязательным является очистка камня от снега и наледи, строгое соблюдение толщины швов (8-12 мм) и обеспечение мер, предупреждающих деформации кладки вследствие её неравномерного оттаивания (временное крепление, освобождение от временных нагрузок и пр.).

В зависимости от назначения кладки, условий эксплуатации и действующих нагрузок, различают следующие виды кладки при её устройстве в условиях отрицательных температур:

- кладка с допущением замораживания раствора в швах;
- кладка с допущением замораживания раствора в швах, в сочетании с оттаиванием его в кладке ниже лежащих этажей;
- использование противоморозных добавок;
- искусственный обогрев раствора в швах;
- выполнение кладки в тепляках.

Кладка с допущением замораживания предусматривает замерзание раствора в процессе кладки до набора им прочности. Для предотвращения неравномерных деформаций при оттаивании, применяют армирование углов и участков сопряжения внутренних и наружных стен, повышение прочности раствора на один (при $t = -4... -20^{\circ}$) или на два класса (при t ниже -20°).

Данный метод неприемлем для внецентренно-сжатых конструкций и элементов кладки, подверженных динамическим и вибрационным нагрузкам, т.е. в сейсмических районах.

Кладка с замораживанием раствора в сочетании с оттаиванием его в кладке ниже лежащих этажей. Искусственное оттаивание выполняют с использованием калориферов и тепловентиляционных установок до достижения раствором прочности, позволяющей выполнять кладку вышележащих этажей.

Использование противоморозных добавок основано на снижении температуры замерзания раствора. В качестве противоморозных добавок используют нитрит натрия, хлористые соли кальция и натрия. Добавки хлористого кальция и натрия используют только при кладке подземных частей зданий, т.к. они вызывают появление высолов на поверхности кладки.

Искусственный прогрев кладки предусматривает поддержание положительной температуры раствора до приобретения им 20% проектной прочности. Для искусственного прогрева используют электрический ток, пар или горячий воздух.

Тепляки применяют при возведении сравнительно небольших зданий с использованием калориферов или нагревателей в помещении тепляка с обеспечением температуры $5-10^{\circ}$ до достижения раствором требуемой прочности.

5.2. Выполнение кладки в условиях сухого и жаркого климата

В этих условиях основной задачей является обеспечение жизнеспособности раствора до его укладки. Основными мероприятиями для поддержания жизнеспособности растворов являются : использование цемента с продолжительными сроками схватывания; использование водоудерживающих добавок; транспортировка и хранение растворов в специальных емкостях, укрытыми теплоизоляционными материалами.

Обязательным условием является увлажнение кирпича перед укладкой.

При перерывах в работе, верхний ряд кладки оставляют открытым раствором. Продолжение кладки после перерыва необходимо начинать с полива водой поверхности ранее выложенной кладки. Это имеет особо важное значение для кладок в сейсмических районах и выполняемых на растворах с цементными вяжущими.

5.3. Выполнение кладки в районах с повышенной сейсмичностью

В условиях повышенной сейсмичности, кроме конструктивных мероприятий (армирование кладки, устройство сейсмопоясов, сердечников и обрамлений проёмов), обязательными являются:

- использование пластичных растворов с осадкой конуса 80-120 мм;
- повышение классов кирпича и растворов;
- использование предварительно увлажненных каменных материалов;
- применение однорядной системы перевязки швов.

Результаты. Таким образом, в привязке к наиболее часто встречающимся фактам нарушений, приведены регламентируемые нормативными документами положения и технологии каменной кладки, способы и технологические приёмы её выполнения, отражающие их особенности, состав и последовательность выполнения операций по производству работ, а также мероприятия по выполнению кладки в экстремальных условиях.

Обсуждение. Большинство из приведённых выше требований носит в основном организационно-технологический характер и в большинстве случаев не требуют дополнительных материальных затрат. Соблюдение же этих правил обеспечит требуемое качество кладки, её должную сейсмостойкость и другие эксплуатационные показатели.

Полученные результаты, в виде разработанных методов и технологий производства работ, легли в основу специального «Пособия», подготовка которого завершается авторами к настоящему времени. В «Пособии», представленные в данной статье материалы отражены более подробно, охватывают и другие встречающиеся на практике возможные случаи и ситуации, детально проиллюстрированы и снабжены комплектами рабочих чертежей, выполненных в среде AutoCAD.

Заключение. Представленные в статье и в отмеченном «Пособии» методы и технологии обеспечения сейсмостойкости каменной кладки, рекомендуются к использованию проектными, строительными организациями, линейными работниками, непосредственно каменщиками, частными застройщиками и др.

Литература

1. КМК 2.01.03-19 Строительство в сейсмических районах / Минстрой РУз. – Ташкент, 2019. – 107 с.
2. ШНК 4.02.8-04 Конструкции из кирпича и блоков.
3. Гроздов В.Т. «Дефекты строительных конструкций и их последствия» Санкт Петербург, 2007. 136 с: ил.