

УДК 693.547.3

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ВОЗВЕДЕНИЯ КАМЕННОЙ КЛАДКИ В ЗИМНЕЕ ВРЕМЯ

Шерстобитова Наталья Александровна, магистрант, направление подготовки 08.04.01 Строительство, Оренбургский государственный университет, Оренбург
e-mail: sherstobitova.natasha2111@yandex.ru

Кузнецова Елена Владимировна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии строительного производства, Оренбургский государственный университет, Оренбург
e-mail: com4lena@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена анализу методов возведения каменной кладки в зимних условиях. Под зимними условиями в данной статье понимаются климатические условия, когда понижение среднесуточной температуры воздуха составляет ниже 5 градусов и минимальная температура в течение суток опускается ниже 0 градусов. Актуальность темы обусловлена климатическими особенностями региона – наличием отрицательных температур на протяжении 5 месяцев, и процессами, происходящими в кладочном растворе в период замораживания и оттаивания. В статье рассмотрены наиболее распространенные виды «зимней» кладки: кладка с использованием противоморозных добавок, кладка в тепляках, способ прогрева и его разновидности – электропрогрев, а также кладка на подогретом растворе. Проанализированы трудоемкость и энергозатраты по каждому виду кладки, описаны их характерные особенности. Для кладки на подогретом растворе представлены способы усиления каменных конструкций на период оттаивания.

Ключевые слова: «зимняя» кладка, подогрев раствора, электропрогрев, противоморозные добавки.

Для цитирования: Шерстобитова Н. А., Кузнецова Е. В. Анализ способов возведения каменной кладки в зимнее время // Шаг в науку. – 2024. – № 3. – С. 48–52.

ANALYSIS OF METHODS FOR CONSTRUCTING MASONRY IN WINTER CONDITIONS

Sherstobitova Natalya Alexandrovna, postgraduate student, training program 08.04.01 Construction, Orenburg State University, Orenburg
e-mail: sherstobitova.natasha2111@yandex.ru

Kuznetsova Elena Vladimirovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Construction Technology, Orenburg State University, Orenburg
e-mail: com4lena@mail.ru

Abstract. The article is devoted to the analysis of methods for constructing masonry in winter conditions. In this article, winter conditions are understood as climatic conditions when the average daily air temperature drops below 5 degrees and the minimum temperature during the day drops below 0 degrees. The relevance of the topic is due to the climatic characteristics of the region – the presence of negative temperatures for 5 months, and the processes occurring in the masonry mortar during the period of freezing and thawing. The article discusses the most common types of «winter» masonry – masonry using anti-frost additives, masonry in greenhouses, the heating method and its variety – electric heating, as well as masonry using a heated solution. The labor intensity and energy consumption for each type of masonry are analyzed, and their characteristic features are described. For masonry using heated mortar, methods for strengthening stone structures during the thawing period are presented.

Key words: «winter» masonry, mortar heating, electric heating, anti-frost additives.

Cite as: Sherstobitova, N. A., Kuznetsova, E. V. (2024) [Analysis of methods for constructing masonry in winter conditions]. *Shag v nauku* [Step into science]. Vol. 3, pp. 48–52.



Сегодня рынок строительных материалов отличается большим разнообразием. Основными видами являются бетон, железобетон, дерево, сталь и каменные материалы. Несмотря на то, что сегодня в многоэтажном строительстве преобладают здания из сборных железобетонных конструкций, большая часть малоэтажного строительства возведена из штучных каменных материалов. В нашем регионе отрицательные температуры наблюдаются на протяжении 5 месяцев, что делает вопрос о применении методов зимней кладки актуальным.

В настоящее время для каменной кладки применяют цементный, известковый и цементно-известковый растворы. При твердении цементного раствора происходит взаимодействие зерен цемента и воды, в результате чего образуется цементный гель, который впоследствии твердеет и становится камнем [6]. При снижении температуры процесс твердения замедляется, что позволяет сделать вывод о том, что отрицательные температуры пагубно влияют на процесс набора прочности цементного камня. Под зимними условиями понимаются условия, при которых понижение среднесуточной температуры воздуха составляет ниже 5 градусов и минимальная температура в течение суток опускается ниже 0 градусов¹.

При твердении известкового раствора кристаллизуется окись кальция и происходит процесс карбонизации извести с испарением избытка влаги. Известь должна находиться во влажной среде с положительной температурой, эти условия необходимы для твердения.

При твердении кладки в зимнее время раствору необходимо набрать 20% прочности от заданной, в этом случае зимние условия никак не повлияют на конечную прочность кладки. Если же переход в твердое состояние происходит быстро, то структура раствора нарушается за счет увеличения объема воды. Это вызывает потерю ранее набранной прочности [2].

При температуре ниже нуля в растворе происходят процессы, которые отражаются на его структуре и прочности:

- в процессе замерзания раствора вода, входящая в его состав, превращается в лед и не вступает в реакцию с вяжущими веществами. Если твердение вяжущего не началось до замерзания, то оно не начнется и после него, если оно уже началось, то практически приостанавливается до тех пор, пока свободная вода будет находиться в растворе в виде льда;

- замерзшая вода значительно увеличивается в объеме (примерно на 10%), что приводит к разру-

шению структуры раствора и нарушению сцепления песка с цементной матрицей, в результате чего раствор теряет накопленную до замерзания прочность [6].

Для предотвращения этих процессов выделяют следующие виды кладки в зимних условиях:

- кладка на подогретом растворе;
- способ с использованием противоморозных добавок;
- способ прогрева кладки;
- кладка в тепляках.

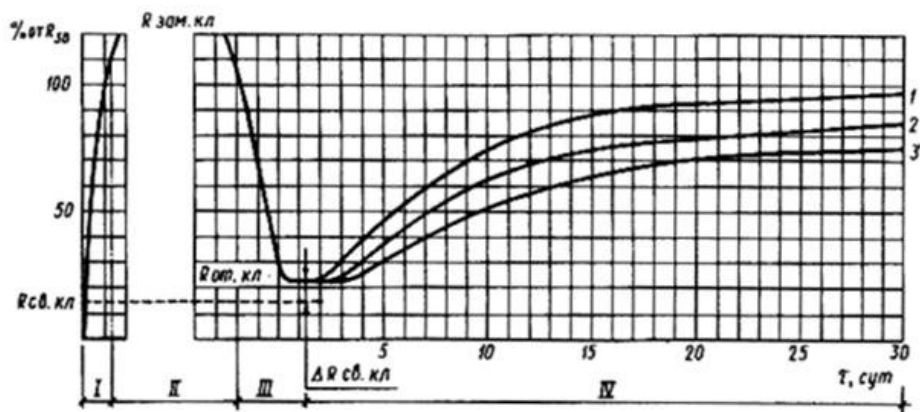
При использовании первого метода работы ведутся на открытом воздухе из мерзлого кирпича на подогретом растворе [6]. Этот способ также называют «метод замораживания кладки». Твердение раствора происходит за счет отдачи цементом теплоты при твердении. Процесс твердения кладки останавливается при отрицательных температурах и возобновляется при положительных – в период оттепели или при искусственном отогревании кладки тепловыми пушками. Обобщенный график зависимости прочности кладки, возводимой методом подогрева раствора, от температурных условий представлен на рисунке 1 [6]. Свежеуложенный раствор при замерзании становится твердым телом, обладающим высокой прочностью, но так как вода, необходимая для процесса гидратации цемента, застывает, то в такой кладке твердение вяжущего не происходит. На момент оттаивания прочность раствора близка к нулю [3].

Кладка, выполненная таким способом, имеет значительно низкую прочность по сравнению с кладкой, возведенной при положительных температурах. Эта потеря прочности искусственно компенсируется посредством повышения марки кладочного раствора. Рекомендуется повышение марки на одну ступень, т.е. если кладка в летних условиях ведется на растворе марки 75, то при «зимней» кладке рекомендуется принимать раствор марки 100. Кроме того, необходимо, чтобы раствор в рабочем ящике каменщика был не ниже +10 градусов в случае кладки при температуре до -10 градусов, а при температуре ниже данного значения температура раствора по модулю не должна быть меньше модуля температуры окружающей среды. Для этого ящики утепляются и имеют собственный подогрев. Такая температура раствора необходима для обеспечения сцепления раствора с кирпичом. Это достигается путем заполнения швов раствором и последующей опрессовки швов в кладке за счет собственного веса вышележащих рядов кладки.

¹ Типовая технологическая карта (ТТК) Ведение кирпичной кладки стен в зимнее время – URL: https://perekos.net/default/download/page_files.file.8e4934ac088505a9.345a4a79424c3270304e57646a38592e646f63.doc (дата обращения: 12.04.2024).

В периоды оттепели прочность раствора почти равна нулю, поэтому не допускается оставление свободстоящих каменных конструкций – столбов, простенков, протяженных стен, не раскрепленных перекрытиями. При необходимости такие конструкции можно закрепить подкосами и расчалками. Не реко-

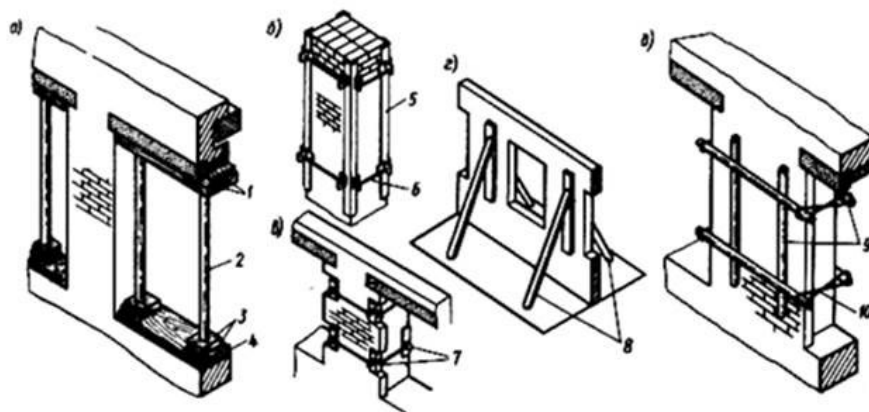
мендуется выполнение «зимней» кладки таким способом стен жилых домов высотой более 15 м. Общую устойчивость кладки также можно повысить установкой стальных связей в углах и в местах примыкания и пересечения стен [1].



I – период замерзания кладки, II – период кладки в замерзшем состоянии, III – период оттаивания кладки, IV – период набора прочности кладки, 1 – кладка на цементном растворе марки М50, 2 – то же, на М25, 3 – то же, на М10.

Рисунок 1. График зависимости набора прочности кладки от температуры

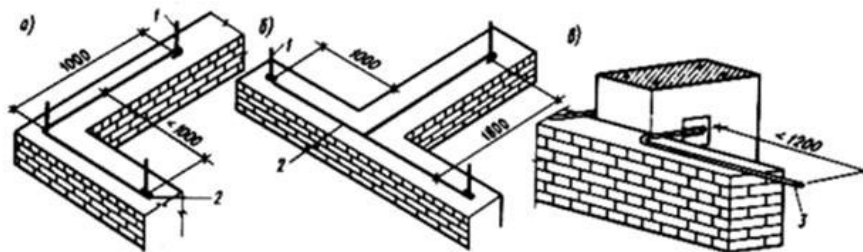
Источник: взято из источника «Типовая технологическая карта (ТТК) Ведение кирпичной кладки стен в зимнее время»¹



а) разгрузочные стойки для простенков, б) стальная обойма для столбов и простенков, в) инвентарные хомуты для столбов и простенков, г) подкосы для отдельно стоящих стен, д) двусторонние сжимы для высоких простенков

Рисунок 2. Способы усиления каменных конструкций на период оттаивания

Источник: взято из источника «Типовая технологическая карта (ТТК) Ведение кирпичной кладки стен в зимнее время»¹



а) – усиление в углах, б) – усиление в пересечении стен, в) – усиление в местах примыкания колонн к стенам, 1 – вертикальные анкеры диаметром 10–12 мм, 2 – горизонтальные связи диаметром 8–10 мм, 3 – горизонтальный анкер диаметром 8–10 мм

Рисунок 3. Усиление кладки стальными связями

Источник: взято из источника «Типовая технологическая карта (ТТК) Ведение кирпичной кладки стен в зимнее время»¹

Использование противоморозных добавок – еще один распространенный способ зимней кладки. Добавки разделяют на следующие группы:

- вещества, основная функция которых – понижение температуры замерзания жидкой фазы строительного раствора (хлорид натрия, нитрит натрия, карбонат (антифризы));
- добавки, являющиеся сильными ускорителями твердения содержащих цемент растворов (сульфаты железа, алюминия и других металлов);
- добавки, которые сильно ускоряют схватывание раствора и твердение, обладают хорошими антифризными свойствами.

Таким образом, суть противоморозных добавок заключается в том, чтобы исключить фазу замерзания бетонной смеси до того, как завершится схватывание составляющих её компонентов. Недостатки данного метода состоят в скорости твердения раствора. Добавки не только ускоряют процесс твердения, но одновременно сокращают время «жизни» раствора, он быстро теряет свою подвижность. Следует учитывать время доставки раствора на строительную площадку [7].

В случае, когда к конструкции предъявляются повышенные требования к прочности и величине осадки в период оттаивания, используется метод прогрева. Суть способа состоит в том, что кладку подвергают искусственному прогреву до начала замерзания раствора. Для реализации данного метода обычно применяются тепловые пушки. Данный метод не получил большого распространения в связи с высокой трудоемкостью работ по прогреву кладки.

Одной из разновидностей способа прогрева кладки является электропрогрев. В этом случае в швы

кладки закладывают электроды – стальные прутья диаметром 6 мм, их выпускают за плоскость кладки на 4–5 см для присоединения к проводам. Длительность и режим электропрогрева определяется для каждого конкретного случая в соответствии с проектом производства работ. Прогрев кладки продолжается до тех пор, пока она не наберет 20% марочной прочности. На практике роль электродов чаще выполняют арматурные сетки, уложенные в швы кладки для повышения её прочности. Участки кладки между электродами или стальными сетками, подключенными к разным фазам тока, являются сопротивлением, растворные швы – проводниками. Электрический ток, проходя через растворные швы, нагревает их до температуры 30–35 градусов, что ускоряет процесс твердения. Данный метод из-за своей дороговизны обычно используют при небольших объемах работ. Электронагрев используют для наиболее нагруженных простенков и столбов нижних этажей многоэтажных зданий¹. В зависимости от расположения электродов различают сквозной и периферийный прогревы. При сквозном прогреве электроды располагаются по всему сечению кладки. К расположенным с разных сторон от сечения электродам подсоединяют разные фазы, вовлекая в данный процесс раствор, служащий в качестве сопротивления. При периферийном прогреве электроды располагаются только по наружной стороне кладки. Для предотвращения появления высолов используют только переменный ток [4].

В тепляках кладка производится при положительной температуре в течение определенного времени. В качестве тепляков используют пневмокаркасные покрытия, воздухоопорные оболочки, тентовые покрытия и другие легкие, быстро монтируемые инвен-

тарные устройства. Данный метод не является предпочтительным для нашего региона, поскольку для Оренбургской области характерно наличие резких перепадов температур и сильного ветра.

Для сравнения вариантов кладки в зимних условиях проанализируем трудоемкость и энергозатраты на 100 м² кладки по каждому из методов. Данные сведены в таблицу 1.

Таблица 1. Трудоемкость и энергозатраты

Метод	Трудоемкость, чел. час	Энергозатраты, кВт*ч
Кладка на подогретом растворе	684,1	51
Использование противоморозных добавок	684,1	–
Прогрев кладки	849,7	76
Кладка в тепляках	1452,3	–

Источник: составлена на основании работ [5; 7]

Анализируя представленные варианты, можно сделать вывод о том, что наиболее предпочтительным является способ зимней кладки с использованием противоморозных добавок, поскольку он имеет наименьшую трудоемкость и не имеет энергозатрат. Аналогичную трудоемкость имеет метод кладки на подогретом растворе. Но уступает первому варианту

не только наличием энергозатрат, но и требованием к высокой квалификации лиц, выполняющих работы. Прогрев кладки занимает в этом списке среднюю позицию за счет наличия довольно высоких трудозатрат и энергозатрат. Кладка в тепляках имеет наибольшую трудоемкость и требует финансовых средств на устройство самого тепляка.

Литература

1. Аленкина Е. С., Гусев Н. И., Кочеткова М. В. Выдерживание бетонных и каменных конструкций в зимних условиях // Вестник магистратуры. – 2014. – № 9(36). – С. 21–23.
2. Алешенькин В. А., Осипов Г. В., Демехова М. Б. Каменная кладка в зимнее время // Материалы 63-й студенческой научно-практической конференции инженерно-строительного института ТОГУ: Материалы конференции, Хабаровск, 11–20 апреля 2023 года / Редколлегия: отв. редактор А. А. Иодчик [и др.]. – Хабаровск: Тихоокеанский государственный университет, 2023. – С. 140–144.
3. Гринев В. Д., Быковская А. А. Особенности совместной работы кладки и железобетонных элементов в зимних условиях // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В: Прикладные науки. – 2006. – № 9. – С. 31–35.
4. Дорофеева Н. Л., Дорофеева А. А. Применение электродного прогрева при производстве ремонтных бетонных работ в зимний период времени // Молодежный вестник ИрГТУ. – 2020. – Т. 10, № 3. – С. 19–23.
5. Кострыкин Р. О. Сравнение показателей трудоёмкости при выполнении кирпичной кладки в зимних условиях // Строительство. Архитектура. Дизайн: материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, Курск, 24 апреля 2020 года. – Курск: Курский государственный университет, 2020. – С. 98–100.
6. Солоницын С.А. Исследование способов кладки в зимних условиях // Academy. – 2021. – № 2(65). – С. 57–59.
7. Устенко Н. В., Кузнецова Е. В. Выбор способа устройства монолитных конструкций в зимнее время // Теория и практика современной науки. – 2022. – № 4(82). – С. 189–198.

Статья поступила в редакцию: 11.05.2024; принята в печать: 03.09.2024.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.