Технология каменной кладки в экстремальных климатических условиях.

***Производство каменных работ в зимних условиях.***

*Особенности производства работ при отрицательной температуре.*

Твердение цементного раствора происходит при взаимодействии зерен цемента с водой, при этом образуется цементный гель, превращающийся затем в камень. С понижением температуры твердение цементного раствора замедляется. Например, при температуре 5°С прочность его нарастает в 3...4 раза медленнее, чем при температуре 20°С, а при понижении температуры до 0°С твердение раствора практически прекращается.

При отрицательной температуре (ниже 0°С) в растворе происходят процессы, которые отражаются на его структуре и прочности. Во-первых, при замерзании раствора содержащаяся в нем свободная вода превращается в лед, который не вступает в химическое взаимодействие с вяжущими веществами. Если твердение вяжущего не началось до замерзания, то оно не начнется и после замерзания; если же оно уже началось, то практически приостанавливается до тех пор, пока свободная вода будет находиться в растворе в виде льда. Во-вторых, замерзающая в растворе вода значительно увеличивается в объеме (приблизительно на 9%). Вследствие этого структура раствора разрушается и он частично теряет накопленную до замерзания прочность.

При быстром замерзании свежевыложенной кладки в швах образуется смесь вяжущего вещества и песка, сцементированная льдом. Раствор настолько быстро теряет пластичность, что горизонтальные швы остаются недостаточно уплотненными. При оттаивании они обжимаются тяжестью вышележащей кладки, что может вызвать значительную и неравномерную осадку и создать угрозу прочности и устойчивости кладки.

При раннем замораживании кладки конечная прочность цементных, цементноизвестковых и цементно-глиняных растворов, которую они приобретают после оттаивания и 28-суточного твердения при положительной температуре, значительно снижается и в некоторых случаях не превышает 50% марочной прочности.

При возведении каменных конструкций в зимних условиях систематически контролируют качество раствора и дозировку добавок.

Каменные работы зимой выполняют следующими способами: замораживанием, с использованием противоморозных добавок, с применением последующего прогрева.

Кладку в зимних условиях выполняют на цементных, цементно-известковых или цементно-глиняных растворах.

***Кирпичная кладка способом замораживания.***

Кладку ведут на открытом воздухе из кирпича, камней или блоков правильной формы на растворе, имеющем положительную температуру в момент укладки его, а затем замерзающем.

Сущность этого способа заключается в том, что раствор в швах, замерзший вскоре после укладки его, твердеет в основном весной после оттаивания кладки и частично в период до замерзания (за счет имевшейся плюсовой температуры раствора и экзотермии цемента), а также при зимних и весенних оттепелях или искусственном отогревании кладки (рис. 1). При выполнении кладки этим способом необходимо учитывать, что в момент оттаивания она имеет наименьшую прочность и от перегрузки может разрушиться. Поэтому способом замораживания растворов в течение одного зимнего периода допускается возводить каменные конструкции высотой не более 15 м.

- 1 -



Рисунок 1. Изменение прочности каменной кладки при замораживании-оттаивании: I – замерзание кладки; II – кладка находится в замерзшем состоянии; III – оттаивание кладки; IV – набор прочности при положительных температурах.

Минимальную температуру наружного воздуха, при которой разрешается вести зимнюю кладку, устанавливают органы охраны труда в зависимости от климатических условий данного района страны, так в средней полосе России до -25°С.

Кладку выполняют на открытом воздухе, соблюдая те же правила производства работ, что и при летней кладке.

Марки растворов назначают в зависимости от температуры воздуха в момент возведения и прогноза погоды на последующий период. При этом состав растворов подбирают из условия обеспечения минимально необходимой прочности и устойчивости конструкции в период оттаивания и в последующий период эксплуатации сооружения.

Температура раствора во время укладки его в дело должна быть не ниже: 5°С при температуре воздуха до -10°С; 10°С при температуре воздуха от -10 до -20; 15°С - от -20 и ниже. При скорости ветра более 6 м/с температура раствора должна быть повышена против указанной на 5°С.

Чтобы подогретый раствор, доставленный с растворного узла, сохранил необходимую температуру до укладки в дело, его надо использовать в течение 20...25 мин. Применять для кладки замерзший и разбавленный горячей водой раствор нельзя, так как с добавлением воды в растворе после его замерзания образуется большое количество пор, заполненных льдом; раствор в швах становится более рыхлым при оттаивании и не набирает требуемой прочности. Замерзший до начала схватывания раствор необходимо возвратить на растворный узел для оттаивания и переработки.

Чтобы раствор не остывал во время доставки от растворного узла к месту работы каменщиков, его перевозят в утепленных контейнерах или автобетоносмесителях, оборудованных утепленными баками смешивания, с подогревом кузова выхлопными газами от двигателя. Надо стремиться к тому, чтобы раствор из автобетоносмесителя выгружали непосредственно в утепленные ящики, в которых его подают каменщикам на рабочее место.

Для лучшего обжатия швов кладки до замерзания раствор расстилают на постели короткими грядками - под два ложковых кирпича в верстах и под 4...6 кирпичей в забутке. На расстеленный раствор кирпич укладывают как можно быстрее, кроме того, стремятся быстрее возводить кладку по высоте. Ускоренная кладка необходима для того, чтобы раствор в нижележащих рядах уплотнялся под нагрузкой от вышележащих рядов кладки до замерзания, так как это увеличивает плотность и прочность кладки.

Толщина швов не должна превышать размеров, установленных для летней кладки. Это требование объясняется тем, что кладка, выложенная зимой, фактически замерзает в течение одного-двух часов, а обжатие не отвердевшего раствора происходит после полного оттаивания кладки. Поэтому при большой толщине швов кладка во время оттаивания может дать значительную осадку и даже разрушиться. При перерывах в работе зимнюю кладку накрывают матами, полиэтиленом или кирпичом насухо, а перед возобновлением работ очищают от снега, наледи и мерзлого раствора. К перерыву в работе все вертикальные швы верхнего ряда кладки должны быть заполнены раствором.

Следует проверять вертикальность кладки, так как отклонения стен от вертикали создают угрозу еще большего их искривления и разрушения при оттаивании раствора весной.



|  |  |
| --- | --- |
| Рисунок 2. Армирование угла и примыкания внутренней стены к наружной: а - в углах, б - в местах прохождения каналов. |  |

Стены и столбы выкладывают равномерно по всему зданию или в пределах между осадочными швами, не допуская больших разрывов по высоте. Разрывы могут быть не более 4 м и должны оканчиваться убежной штрабой. После возведения стен и столбов в пределах этажа немедленно укладывают сборные перекрытия. Прогоны, опирающиеся на стены, связывают с кладкой стен металлическими анкерами, закрепляемыми в вертикальных продольных швах кладки. Концы смежных прогонов, опирающихся на столбы или продольную стену, обязательно скрепляют скрутками.

В углах и местах сопряжения поперечных и внутренних стен зданий на уровне перекрытий укладывают стальные связи: при высоте здания до четырех этажей, например, их устанавливают через этаж, при более высоких зданиях, а также при высоте этажа более 4м - на уровне каждого перекрытия. Связи заводят в примыкающие стены на 1... 1,5 м и заканчивают на концах анкерами (рис. 2, а, б).

При колодцевой кладке рекомендуется удваивать количество армированных швов и повышать марку раствора на одну-две ступени по сравнению с предусмотренной для летних условий.

При кладке стен облегченных конструкций пустоты заполняют легкобетонными вкладышами, легким бетоном с малым содержанием воды или сухими засыпками, не содержащими смерзшихся комьев, чтобы предотвратить осадку засыпки и не ухудшить теплотехнических качеств кладки.

При кладке фундаментов зимой основание предохраняют от промерзания как во время производства работ, так и по окончании их, иначе просадка основания при оттаивании может привести к появлению трещин в кладке и к аварии. Зимой нельзя устраивать и выравнивать основание песчаными слоями толщиной, превышающей 100 мм, так как при большей толщине искусственного песчаного основания возможны неравномерные осадки, трещины в фундаментах и стенах здания.

Возведение фундаментов способом замораживания разрешается из кирпича, камней правильной формы и блоков.

Этим способом допускается также возводить стены из постелистого бутового камня, если расчетом подтверждено, что они выдержат нагрузку в период оттаивания.

Перемычки в стенах зимней кладки должны быть, как правило, сборными железобетонными.

При установке оконных коробок по ходу кладки простенков зимой оставляют промежуток не менее 15 мм (осадочный зазор) на осадку кладки между верхом коробки и низом перемычки.

При устройстве перегородок в зданиях, кладка которых выполнена способом замораживания, следует учитывать величину осадки кладки, а вместе с ней и перекрытий в весеннее время. Просветы, оставляемые под потолком, должны быть в два раза больше величины осадки стен, ожидаемой в пределах данного этажа.

***Каменная кладка на растворах с химическими добавками.***

При введении в растворы с цементным вяжущим химических противоморозных добавок температура замерзания воды, содержащейся в растворе, понижается и ускоряется процесс твердения цемента. Благодаря этим факторам раствор накапливает прочность при более низких температурах, чем обычно.

В качестве химических добавок в растворы вводят хлористый кальций и хлористый натрий, углекислый калий (поташ) и нитрат натрия. Применение добавок допускается для подземной кладки из кирпича, камней правильной формы и постелистого бутового камня,

А так же стен и столбов промышленных и складских зданий, не требующих тщательной отделки поверхности. Поташ и нитрит натрия разрешается использовать также и для надземной кладки зданий из кирпича, камней и блоков.

Кладку фундаментов из рваного бутового камня способом замораживания допускается производить при применении растворов с химическими добавками для зданий высотой до трех этажей. При этом кладку нужно вести враспор со стенками траншей способом «под лопатку», а при кладке стен подвалов внутреннюю поверхность их раскрепляют на период оттаивания опалубкой с подкосами.

Растворная смесь с добавками в момент укладки должна иметь температуру не ниже 5°С. Замерзший, а затем отогретый горячей водой раствор использовать запрещается.

При возведении кладки на растворах с химическими добавками следят за тем, чтобы приготовленный раствор был использован в дело до того, как он под воздействием добавок начнет схватываться.

***Кладка с прогревом.***

Для ускорения строительства и выполнения отделочных работ внутри здания в зимних условиях применяют способ возведения каменных конструкций методом замораживания, которые затем искусственно оттаивают и прогревают теплым воздухом. При этом способе возведенный «под заморозку» этаж или здание утепляют, т. е. закрывают все проемы и отверстия и внутри помещения оборудуют временное отопление. Отогревают помещение нефтегазовыми горелками-калориферами, системой газовых воздухонагревательных установок или других отопительных приборов.

Для искусственного оттаивания кладки в помещении поднимают температуру воздуха до 30...50°С. Длительность прогревания устанавливают, исходя из требуемой устойчивости и прочности кладки, которую она должна иметь к периоду последующего естественного оттаивания. При таком способе работ не прекращается кладка вышележащих этажей, а конструкции нижележащих этажей приобретают необходимую прочность и, кроме того, по мере возведения здания в нем выполняют все другие работы.

*Электропрогрев кладки*применяют при небольших объемах работ для наиболее загруженных простенков и столбов нижних этажей многоэтажных зданий. Кладку, подлежащую электропрогреву, выполняют только на цементном растворе. Марки раствора принимают в соответствии с проектом, но не менее 50. Осуществляют электропрогрев с помощью металлических прутьев диаметром 5 и 6 мм, которые укладывают в процессе кладки - в ряду через 15 см друг от друга с выпуском за обрез кладки и повторяют через 2...3 ряда кладки (рис. 3). При выпуске в 4...5 см имеется возможность подсоединить эти прутки к проводам. Прогрев идет за счет преобразования электрического тока в тепловую энергию при прохождении его через раствор между электродами. В процессе набора раствором прочности сила тока начинает падать, поэтому обычно прогрев прекращают при наборе только критической прочности.

Вармированной кладке столбов роль электродов выполняют стальные сетки. Участки кладки между сетками или электродами, подключенными к разным фазам тока, являются сопротивлениями, а сами растворные швы с наличием жидкой фазы - проводниками электрического тока. В результате прохождения электрического тока растворные швы нагреваются до температуры 30...35°С, значительно ускоряется процесс твердения раствора.

Электропрогрев кладки продолжают до набора раствором прочности не менее 20% марочной прочности.

Армирование кладки *с*расположением сеток через 1...4 ряда и прутков в сетке через 5...7 см, с заведением сеток в примыкания и сопряжения повышает прочность кладки после оттаивания в 2 раза.

Рисунок 3. Схемы электропрогрева кладки: а - кирпичной стены, *б -*кирпичного столба; 1 - электрическая сеть; 2 - пластинчатые электроды; 3 - отпайки; 4 - провода; 5 - стальная сетка.

*Бутобетонная кладка*

Прочность бутобетонной кладки зависит от прочности входящего в ее состав бетона. Если бутобетонную кладку возводить методом замораживания, то в период оттаивания прочность ее будет практически равна нулю. Поэтому замораживание бутобетона допускается лишь после того, как прочность бетона в нем достигнет 50% от проектной, но не менее 7,5 МПа. Для этого применяют способ термоса (при больших объемах бетонных работ), а также электропрогрев бутобетона.

Способ термоса основан на сохранении в кладке теплоты уложенных подогретых материалов и теплоты, выделяемой бетоном при твердении цемента. Бутовый камень перед укладкой очищают от льда и снега, а бетонную смесь, приготовленную на подогретых заполнителях (щебне, песке) и воде, немедленно укрывают, чтобы сохранить теплоту. Температура бетонной смеси при кладке должна соответствовать указанной в проекте, с тем, чтобы за время выдерживания бутобетона в утепленной опалубке была достигнута заданная прочность бетона.

Чтобы ускорить твердение бетона, применяют предварительный разогрев смеси перед укладкой ее в опалубку, а также вводят химические добавки, которые снижают температуру замерзания бетонной смеси и позволяют использовать бутовый камень без подогрева.

При использовании электропрогрева бутовый камень очищают от снега и наледи. Температура бетонной смеси должна быть такой, чтобы уложенная в конструкцию бутобетонная смесь к моменту включения электропрогрева имела температуру не ниже 10°С.

Для электропрогрева в бетон закладывают стержневые электроды и подключают их к сетевому напряжению. Расположение групп электродов поперек фундамента в теплотехническом отношении более эффективно, но в этом случае невозможна их оборачиваемость. Поэтому прогрев ведут обычно с помощью нашивных электродов, закрепляемых на внутренней стороне опалубки, применяя групповое их включение (рис. 4). Используют также «греющую опалубку», на внешней (от бетона) поверхности которой устанавливают кассеты - электронагреватели.



Рисунок 4. Электропрогрев бутобетонного фундамента при групповом расположении нашивных электродов: 1 - полиэтилен, 2 – опилки.

Независимо от способа выдерживания кладки при положительной температуре (до приобретения ею заданной прочности) состояние основания, на которое укладывают бетонную смесь, а также способ ее укладки должны исключать возможность замерзания бетонной смеси в стыке с основанием. Слой старой кладки в месте стыка с новой должен быть отогрет до укладки бетонной смеси (температура не ниже +2°С) и предохранен от замерзания до приобретения вновь уложенным бетоном требуемой прочности. В возведенной кладке контролируют температурный режим твердения бетона. Для этого в кладке оставляют гнезда с пробками, чтобы можно было измерить термометром температуру в середине кладки и у ее поверхности. Кроме того, контролируют прочность бетона по контрольным образцам.

*Мероприятия, проводимые в период оттаивания зимней кладки*

Резкое снижение прочности и устойчивости кладки, значительная деформативность, неравномерность оттаивания и осадки характерны для зимней кладки в период оттаивания и твердения. Поэтому необходимо следить за состоянием конструкций в период оттепелей, чтобы своевременно принять необходимые меры и обеспечить хорошее качество сооружения.

Мероприятия, связанные с оттаиванием кладки, сводятся к следующему: по окончании кладки каждого этажа устанавливают контрольные рейки и по ним наблюдают в течение зимы и весны за осадкой стен; до наступления потепления укрепляют стойками висячие стены и перемычки пролетом более 2,5 м, подклинивая стойки. Временные стойки, поддерживающие стены или перекрытия в период их оттаивания, должны иметь помимо клиньев поперечные подкладки из древесины мягких пород (осины, сосны), которые могли бы при осадке стен сминаться поперек волокон; перед наступлением оттепелей горизонтальные борозды, не заделанные гнезда и т. п. закладывают кирпичом.

С наступлением теплой погоды с перекрытий убирают строительный мусор, ненужные материалы, раскрепляют в поперечном направлении свободно стоящие столбы, простенки и стены, имеющие высоту, превышающую их толщину более чем в шесть раз (рис. 5).

В период оттаивания кладки, выложенной способом замораживания, а также при искусственном ее прогреве постоянно наблюдают за наиболее напряженными конструкциями: проверяют целостность кладки этих участков (столбов, простенков, опор под сильно нагруженными прогонами, сопряжений стен и места опирания опалубки перемычек).

Для контроля за оттаиванием и твердением раствора в швах кладки из того же раствора, на котором возводились каменные конструкции, изготовляют контрольные образцы-кубы и хранят их в тех же условиях, в каких находится кладка. По состоянию образцов судят о прочности кладки.



Рисунок 5. Усиление каменной кладки на период оттаивания: а - простенков разгрузочными стойками; б - столбов и простенков стальной обоймой; в - то же, инвентарными хомутами; г - отдельно стоящих стен двусторонними подкосами; д - высоких простенков двусторонними сжимами; 1 - доска; 2 - стойка; 3 - клинья: 4 - деревянная подкладка; 5 - стальной уголок; б - стяжной болт; 7 - хомуты со стяжными болтами; 8 - подкосы; 9 — бревна; 10 - проволочные скрутки.

Прочность твердеющего раствора проверяют специальными приборами.

За состоянием кладки наблюдают в течение всего периода оттаивания и последующего твердения раствора в кладке в течение 7...10 суток после наступления круглосуточных положительных температур. Стены, расположенные с южной стороны, при оттаивании нагреваются солнечными лучами, поэтому при необходимости их увлажняют или завешивают (например, полиэтиленом), чтобы улучшить условия твердения раствора и предохранить кладку от неравномерных осадок.

При появлении на поверхности кладки трещин на них сразу же ставят маяки. Если каменная конструкция отклоняется от вертикали и трещины становятся опасными для прочности и устойчивости кладки, немедленно принимают меры к предотвращению дальнейших деформаций.

Зимняя кладка на растворах с химическими добавками, выполняемая способом замораживания, твердеет лишь частично, особенно при слабой концентрации солей. В связи с этим все мероприятия по повышению устойчивости кладки, возводимой способом замораживания, применимы и к кладке, выполненной на растворах c химическими добавками.

***Правила Техники безопасности.***

При производстве каменных работ в зимних условиях необходимо соблюдать те же правила техники безопасности, что и при работе в летних условиях. Кроме того, нужно внимательно следить за своевременной очисткой лесов, подмостей и стремянок от снега и наледи, а при необходимости посыпать их песком. Нельзя устанавливать подмости на неочищенные от снега перекрытия или грунт. Проходы между штабелями материалов и конструкцией следует очищать от снега, при появлении наледи посыпать проходы песком. Нельзя допускать, чтобы материалы и конструкции укладывали на неочищенные от снега площадки, так как это может вызвать не только порчу конструкций, но и несчастные случаи.

При возведении кладки с применением электропрогрева нельзя работать на тех участках, где конструкция находится под напряжением. Напряжение разрешается включать только после прекращения кладки и установки предупреждающих знаков, запрещающих доступ в опасную зону.

Рабочие, занятые возведением кладки на открытом воздухе, должны быть снабжены теплой одеждой. В зависимости от погоды (мороз, ветер) им предоставляют время для обогрева в теплом помещении.

Рабочие, приготовляющие растворы- с химическими добавками, должны пройти специальный инструктаж и строго соблюдать установленные правила техники безопасности. Помещения, в которых приготовляют растворы с химическими добавками, должны иметь хорошую вентиляцию.

Контрольные вопросы:

1. Особенности производства работ при отрицательной температуре?

2. Мероприятия, проводимые в период оттаивания зимней кладки?

3. Правила техники безопасности при производстве каменных работ в зимних условиях?