

УДК 691.327:666.972.53

ТЕХНОЛОГИЯ МОНОЛИТНОГО БЕТОНИРОВАНИЯ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

А.О. Вительская, А.А. Кирсанова

В статье рассматриваются технологии проведения зимнего бетонирования, проблемы, возникающие при твердении бетона при низких температурах. Рассмотрены такие технологии, как метод термоса, электропрогрев и применение химических добавок. Также для повышения качества и экономии ресурсов рассмотрено применение нескольких методов в комплексе.

Ключевые слова: зимнее бетонирование, метод термоса, противоморозные добавки.

Проектируемое здание – музей современного искусства. Для современной строительной индустрии строительство музеев, театров, кинотеатров и других культурно-досуговых объектов представляет наибольший интерес. Прежде всего, интерес строительной отрасли к культурно досуговым объектам обусловлен тем, что в настоящее время уделяется большое внимание культурному развитию населения страны.

Музей современного искусства расположен в городе Москве. Особенностью здания является его сложная конфигурация в плане. Для осуществления задач поставленных архитектором, большинство конструкций выполняются из монолитного железобетона.

При проведении монолитных работ в городе Москва появляется одно существенное ограничение. Согласно СП 70.13330.2011 «Несущие и ограждающие конструкции» укладку бетонных смесей необходимо производить при температуре не менее 5 °С [1]. Из климатической характеристики города видно, что среднесуточная температура выше 5 °С приходится на 6 месяцев с апреля по сентябрь [2]. В том случае, если укладка бетонной смеси будет производиться только в тёплые месяца, строительство затянется на длительный срок. С другой стороны, если проводить бетонирование при температуре менее 5 °С, при твердении бетона произойдёт следующее:

- льдообразование;
- снижение растворимости гидратных солей;
- изменение соотношения рН жидкой фазы;
- изменение соотношения кристаллической и аморфной фаз.

В свою очередь, эти процессы приведут к негативным последствиям, таким как снижение прочности, появление трещин и разрушение конструкций. Возникает вопрос, как выполнить бетонирование без потери прочностных характеристик и сдать объект в срок.

Безусловно, в настоящее время монолитное бетонирование производится круглогодично. Стало быть, существуют технологии проведения бетонных работ в холодное время года. Далее рассмотрены наиболее популярные методы.

При твердении бетона химическая реакция протекает с выделением тепла, но в зимний период выделяемого количества теплоты недостаточно. Внутренний запас тепла бетонной смеси можно повысить, за счёт нагрева воды затворения. Стоит отметить, что температура такой смеси на выходе не должна превышать $30\text{ }^{\circ}\text{C}$, в случае перегрева смеси теряется её подвижность, что отрицательно влияет на укладку и уплотнение [3].

Ещё одна технология увеличения температуры бетонной смеси это прогрев. Существует несколько видов прогрева, наиболее распространённые это электропрогрев и прогрев инфракрасным излучением. Принцип технологии заключается в том, что нагревают уже готовую смесь, залитую в опалубку. Для осуществления данного метода требуется специфическое оборудование, такое как высоковольтные трансформаторы или инфроизлучатели. Также прогрев осуществляется за счёт преобразования электроэнергии в тепловую энергию, что в свою очередь вызывает большой расход первой [3].

Отличная от первых двух технологий это метод термоса. Суть этой технологии заключается в сохранении тепла выделяемого бетоном при твердении. Перед применением этого метода производятся теплотехнический расчёт на основе которого подбираются утеплённые опалубки производится теплоизоляция горизонтальных поверхностей. Такой способ достаточно эффективен при проведении работ при температуре не ниже $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$. В тех случаях, когда бетонирование конструкций производится при температуре от $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Утеплённую опалубку допускается не применять, а отсечение холодного воздуха от конструкции выполнить при помощи ПВХ плёнки. Также возможен дополнительный прогрев тепловыми пушками. В таком случае создается небольшой шатёр из ПВХ плёнки вокруг конструкции, куда нагнетается горячий воздух [4].

Одна из технологий зимнего бетонирования – это введение противоморозных добавок. В случае применения противоморозных добавок необходимо произвести расчёт состава бетона. Также заполнитель для смеси должен быть чистым – не содержать примесей, так как примеси могут изменять водоцементное отношение, что делает результаты расчёта не применимыми.

Химические вещества способны повысить температуру застывания воды или могут ускорить растворение силикатных составляющих цемента. Ускорение реакции способствует образованию двойных солей и также снижает температуру замерзания воды затворения. Такие добавки называются добавки-ускорители, так как помимо основного действия – снижения точки замерзания воды – обладают дополнительным положительным эф-

фектом, таким как ускорение твердения бетона. Пример таких добавок: хлорид кальция, карбонат кальция, формиат натрия. Стоит отметить, что при применении противоморозных добавок нужно учесть и их отрицательные эффекты. Ниже приведены примеры отрицательного воздействия добавок и варианты их устранения:

– хлорид кальция вводится в количестве 2 % от массы цемента, вызывает коррозию арматуры, поэтому применяется совместно с ингибиторами коррозии;

– карбонат кальция или поташ вводится в количестве до 20 % от массы цемента, из-за сильного ускорения твердения возможна потеря прочности изделия, рекомендуется применять с замедлителем схватывания;

– формиат кальция содержание до 6 % от объема цемента, из-за ускорения твердения возможно ухудшение текучести и удобоукладываемости, применяется совместно с пластифицирующими добавками.

Подводя итог, по химическим добавкам стоит отметить, что наиболее удачный способ их применения – это комплекс из нескольких химических веществ. Применение добавок целесообразно при температуре до $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$. При более низкой температуре потребуются введение значительного количества добавок, что может отрицательно сказаться на качестве бетона.

В настоящее время монолитное строительство набирает большую популярность и важно обеспечить производство работ в течение всего года. Прежде всего, необходимо производить работу по улучшению технологий зимнего бетонирования, но уже сейчас можно сказать, что наиболее эффективным способом проведения работ является комплекс технологий зимнего бетонирования. Так, например, применение противоморозных добавок в совокупности с методом термоса. Благодаря методу термоса можно снизить количество вводимой добавки, а введение добавки понизит температуру замерзания воды, что позволит применять меньшее количество утеплителя. Соответственно данный способ позволит сократить затраты и получить качественный продукт на выходе.

Библиографический список

1. СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции. Введ. 2012–08–21. – М.: Изд-во стандартов, 2003. – 84 с.
2. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Введ. 2013–02–01. – М.: Изд-во стандартов, 2012. – 84 с.
3. Красновский, Б.М. Инженерно-физические основы методов зимнего бетонирования в 2 ч. Учебное пособие для вузов / Б.М. Красновский. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 231 с.
4. Головнев, С.Г. Технология бетонных работ в зимнее время: текст лекций / С.Г. Головнев. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2004. – 70 с.

[К содержанию](#)