

УДК 693.547.32

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ МЕТОДОВ ОБОГРЕВА БЕТОНА ПРИ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Гришин А. С., студент гр. СПб-192, II курс

Шабанов Е. А., к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

В Российской Федерации зимний период года на большей площади страны длится более полу года. Строительство в зимний период становится сложнее тем, что температура воздуха всегда отрицательна, и большинство технологических мокрых процессов невозможны без специальных способов и методов [1-3]. Монолитное строительство сталкивается с проблемой обеспечения достаточной прочности бетона. Изготовление бетонных конструкций, в которых в процессе твердения материала присутствует вода, усложняется. Кристаллизуясь вода оказывает разрушающее воздействие на структуру бетона, и он существенно теряет свою прочность. Смесь застывает неравномерно. Следовательно, необходимо проводить мероприятия по защите материала от пагубного воздействия мороза.

Для того, чтобы остановить негативное влияние мороза и осуществить бетонирование зимой, нужно создать для бетона условия, при которых процесс его твердения будет постоянным и равномерным[4-5]. Такой результат можно получить только в том случае, если температура бетонной смеси во время ее застывания будет около $+20^{\circ}\text{C}$. Существует несколько способов прогрева бетона [6].

Работы по бетонированию осуществляются в несколько этапов. Чтобы придать конструкции нужную форму, в твердую опалубку заливается подготовленная смесь. Такими конструкциями могут быть фундамент, опоры и перекрытия, конструктивные элементы мостов и путепроводов. От вида конструкции, присутствия в нем арматуры, будет зависеть метод прогрева бетона и правила проведения работ.

Прогрев электродами

Первый способ прогрева бетона – электродный. Он считается самым распространенный методом электропрогрева в зимний период. Электроды размещают внутри и на поверхности смеси. Их подключают к трансформатору, образуется электрическое поле, и тогда начинает выделяться теплота. Изменением выходных параметров можно получить необходимую температуру.



Рис.1. Фото подключения электродов для прогрева бетона

Электроды бывают нескольких видов:

- Стержневые. Стержни на небольшом промежутке помещаются в материал и подключаются к разным фазам.
- В виде пластин или пластинчатые электроды. Пластины размещаются на противоположных внутренних гранях опалубки и потом проводят ток. Также вместо пластин по этому же принципу используют узкие полосы.
- Струнные. Струны таким же образом подводят к разным фазам и бетон нагревается. Такие электроды больше подходят при заливке колонн, балок, столбов и т.д.

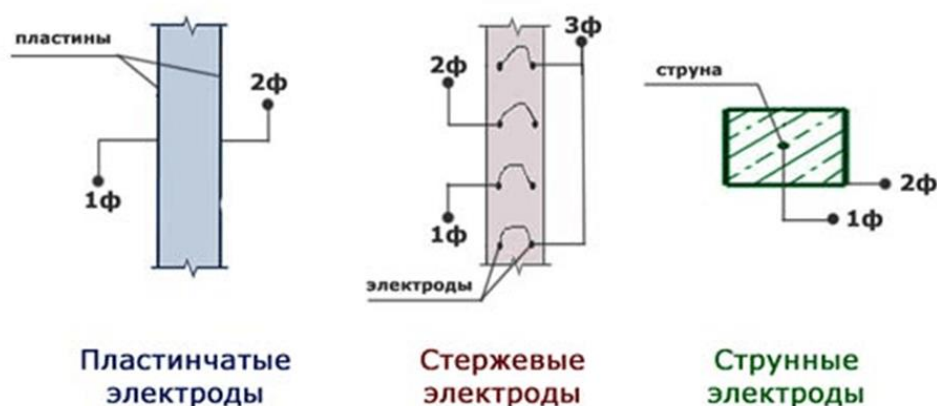


Рис.2. Схемы подключения прогрева бетона электродами

Метод хорош тем, что он прост при монтаже и недорогой по стоимости, также он позволяет прогреть конструкцию любой формы и толщины. Однако перед проведением прогрева необходимы расчеты и долгая подготовка, также метод требует больших энергозатрат.

Провод ПНСВ.

Прогрев бетона может осуществляться с помощью провода ПНСВ. Этот способ прогрева в холодный период считается одним из самых эффективных. Сам провод является стальной жилой, которая изолирована в полиэтилен или ПВХ.



Рис.3. Фото фрагмента укладки прогревочного провода ПНСВ в опалубку

Данный метод требует для прогрева бетона провода. Принцип действия состоит в том, что оборудование нагревает провода, которые передадут тепло бетонной смеси. Одна станция позволяет прогреть до 80 м³ бетона. Проводом ПНСВ обогревают монолитные конструкции в сильные морозы.

Использование провода ПНСВ для прогрева бетона имеет достоинство – это возможность изменять температуру в зависимости от условий на улице. Провод может поднять температуру до 80 °С. Трансформатор должен иметь несколько ступеней низкого напряжения. Это позволит регулировать мощность нагревательных проводов и подводить ее величину в зависимости температуры воздуха.

Однако, из-за того, что имеется необходимость использования трансформатора, весомо увеличивается стоимость строительства. Можно использовать провода, которые не требуют наличия трансформатора, что позволит сэкономить. Но для эксплуатации у кабеля ПНСВ все-таки больше возможностей.

Еще метод требует точных расчетов и подготовительных работ. Разрабатывается технологическая карта, на основании которой устанавливается число трансформаторных станций, их наилучшее расположение и порядок размещения провода.

Прогрев ИК-излучателями.

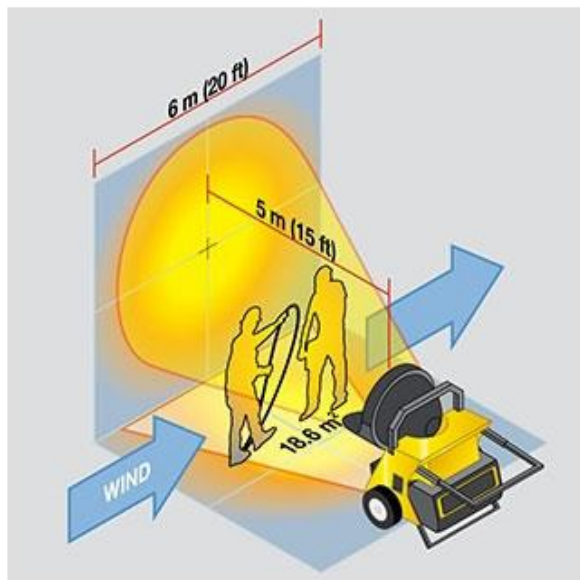


Рис.4. Общий вид прогрева конструкции ИК-излучателями

Прогрев конструкции из бетона осуществляется специальными излучателями, которые включают в себя трубчатый электронагреватель (ТЭН) или другие источники тепла и отражатели. Излучатель располагают на расстоянии примерно 1,2 м от поверхности залитой бетонной смеси, которую накрывают полиэтиленом или другим материалом, чтобы задержать тепло. При толстом бетонном слое обогрев будет происходить неравномерно, что приведет к снижению прочности конструкции. ИК-излучатели нашли применение при обработке стыков или создании тонкостенных элементов. Также нагреватель должен долгое время работать без дозаправки и быть устойчивым к сильному ветру.

Индукционный нагрев.

Ввиду сложности и малой распространенности данный метод прогрева бетона используется крайне редко, как и способ прогрева ИК-излучателями. Метод основан на явлении электромагнитной индукции – обмотанный изолированный провод вокруг стального стрежня арматуры, будет создавать индукцию и нагревать саму арматуру, от которого тепло будет переходить к бетону, постепенно распространяясь по всей смеси. Монолитная конструкция прогреется равномерно. Однако недостаток метода в том, что для прогрева требуется сложный расчет и подходит далеко не ко всем конструкциям.

Применяются и другие методы прогрева бетона, например, электропрогрев опалубки и тепловая пушка. Первый предполагает изготовление опалубки, в которой ранее заложены нагревательные элементы, отдающие тепло бетону и ускоряющие твердение. Прогрев происходит снаружи через контактную поверхность. Недостатки: метод очень трудоемкий, а при заливке фундамента смесь будет нагреваться частично.

Технология тепловых пушек проста – над изготавливаемой конструкцией строится палатка, в которой пушками нагнетается тепло. Способ довольно распространенный, так как используется очень давно. Но это очень трудоемкий и затратный вариант, который найдет применение лишь там, где нет возможности прогреть бетон с помощью электричества.



Рис. 5. Фото устройства тепляка для бетонирования плиты

Список литературы:

1. Шабанов Е.А. анализ методов обогрева кладки в зимний период / Шабуров А.Ю., Шабанов Е.А. // Сборник материалов XII всероссийской, научно-практической конференции молодых ученых с международным участием РОССИЯ МОЛОДАЯ. Кемерово, 2020. С. 42314.1-42314.5.
2. Гилязидинова Н. В. Технология сборного и монолитного бетона и железобетона / М. И. Диамант, Н. В. Гилязидинова, Т. Н. Санталова // учеб.пособие для студентов строит. специальностей вузов; Федер. агентство по образованию, ГОУ ВПО "Кузбас. гос. техн. ун-т". Кемерово, 2005.
3. Гилязидинова Н. В. Технологические процессы в строительстве / Н. В. Гилязидинова, Н. Ю. Рудковская, Т. Н. Санталова // Электронное учебное пособие, Кемерово, 2016.
4. Гилязидинова Н. В. Технология сборного и монолитного бетона и железобетона в примерах и задачах / А. В. Угляница, Н. В. Гилязидинова, Т. Н. Санталова, Н. Ю. Рудковская // Кемерово, 2012.

5. Гилязидинова Н. В. Технология строительного производства в примерах и задачах / Н. В. Гилязидинова, А. В. Угляница, Н. Ю. Рудковская, Т. Н. Санталова // Кемерово, 2007.

6. Дуваров В. Б. Применение полистиролбетона в зимних условиях / В. Б. Дуваров, Т. В. Хмеленко // Материалы I Международной научно-практической конференции "Проблемы строительного производства и управления недвижимостью". 2010. С. 33-37.