

Юсупов Т.Н.,
студент магистратуры
2 курс, Строительный факультет
Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет
Россия, г. Санкт-Петербург

МЕТОДЫ ЗИМНЕГО БЕТОНИРОВАНИЯ

***Аннотация:** Климатические характеристики России оказывают существенное влияние на строительные работы в холодное время года. В данной статье рассмотрен современный уровень отечественных технологий бетонных работ в зимнее время. Приведены особенности каждого метода, их преимущества и недостатки, а также рассмотрены области применения этих методик.*

***Ключевые слова:** зимнее бетонирование, метод «термоса», противоморозные добавки, электропрогрев, электродный прогрев.*

***Annotation:** Climate characteristics of Russia have a significant impact on construction work in the cold season. This article discusses the current level of domestic technologies for concrete work in winter. The features of each method, their advantages and disadvantages, as well as the areas of application of these methods are described.*

***Key words:** winter concreting, thermos method, antifreeze additives, electric heating, electrode heating.*

На сегодняшний момент существуют следующие методы бетонирования в зимний период [4]:

1. метод «термоса»;
2. использование противоморозных добавок;

3. электропрогрев: а) электродный прогрев;
 б) обогрев греющими проводами;
 в) индукционный нагрев;
 г) инфракрасный обогрев.

Рассмотрим технологические особенности этих методов, их плюсы и минусы, а также области применения.

Метод «термоса»: Технология метода.

Технология выдерживания бетона состоит в следующем:

1. при помощи электродов бетон нагревается до 25-45°C;
2. транспортируют на площадку;
3. укладывают бетон в опалубку;
4. укрывают слоем теплоизоляционного материала;
5. твердение происходит за счет тепла, внесенного в бетонную смесь при ее приготовлении, а также тепла, выделяемого в процессе экзотермической реакции твердения цементного теста[2].

Область применения.

Метод применяется при бетонировании массивных конструкций. Но если среднесуточная температура наружного воздуха ниже +5°C, а минимальная – ниже 0 °C, то метод не стоит применять. Иногда метод «термоса» сочетают с другими методами.

Таблица 1

Плюсы и минусы данного метода

«+»	«-»
низкая себестоимость	неэффективность при особо низких температурах
простой технологический процесс	не подходит для сложных конструкций
	подходит только для конструкций с относительно маленькой площадью охлаждения

Метод с использованием противоморозных добавок.

Технология метода.

Противоморозные добавки снижают температуру замерзания свободной жидкости, тем самым ускоряют затвердевание бетона при низких температурах наружного воздуха.

Нужно следить за тем, сколько вводится добавок в бетонную смесь, так как недостаточное количество приводит к преждевременному замерзанию, а из-за чрезмерного добавления будет медленно твердеть.

Как правило, при замешивании бетона вводятся противоморозные добавки, но бывают и исключения и процесс домешивания добавок происходит на объекте[1].

Область применения.

Метод с добавлением ПМД могут использовать в сочетании с другими методами, если твердение бетона происходит не по графику производства работ [2].

Таблица 2

Преимущества и недостатки данного метода

«+»	«-»
низкая стоимость материалов	увеличение времени достижения бетоном его расчетной прочности
отсутствие специального дорогостоящего оборудования	понижение коррозионной стойкости арматуры (для хлоридных добавок)
низкие трудозатраты	
простота реализации	

Методы электропрогрева:

Электродный прогрев.

Технология метода.

На поверхности бетона размещаются электроды, которые в дальнейшем подключаются к трансформатору. Образуется электрическое поле, которое согревает бетон. Чтобы добиться необходимой температуры прогрева следует подобрать и отрегулировать параметры трансформатора [3].

Плюсы и минусы метода

«+»	«-»
высокая тепловая эффективность метода	значительное время для подготовки
надежность и простота монтажа	дополнительное оборудование
прогрев конструкций любой толщины и любой формы	высокие энергозатраты
	потребность в большем количестве квалифицированных рабочих кадров

Этот метод является одним из наиболее эффективных методов зимнего бетонирования.

Обогрев греющими проводами

Технология метода

Так как источник тепла (провод) укладывается непосредственно в бетонную конструкцию, Нагрев с происходит с внутренней стороны конструкции – кондуктивно. После заливки бетона через провод инициируется электрический ток определенных параметров, чтобы нагреть смесь изнутри. Греющие провода остаются в конструкции навсегда.

Для обогрева применяются специальные нагревательные провода с диаметром жилы от 1,2 до 3 мм.

Область применения

Данный метод является универсальной технологией термоизоляции бетона при низких температурах. Широкое применение нашел при возведении монолитных многоэтажных жилых зданий.

Нагревательный провод подходит для обогрева любой бетонной конструкции независимо от характера ее армирования и конфигурации.

Плюсы и минусы метода[5]

«+»	«-»
низкая стоимость	невозможность повторного использования провода
высокая тепловая эффективность метода	потребность в большом количестве дополнительного оборудования
	трудоемкость укладки

*Индукционный нагрев**Технология метода*

Технология основана на принципе магнитной индукции. Изолированный кабель, который действует как индукционная катушка и содержится в цепи переменного тока, обернут вокруг бетонного элемента. В результате в структуре создается электромагнитное поле.

Расчет индукционного нагрева состоит в определении количества витков индукционной катушки, необходимого для получения расчетного напряжения магнитного поля и такого, чтобы обеспечить мощность, необходимую для нагрева бетонных конструкций в заданном режиме[4].

Область применения

Индукционный нагрев используется для тепловой обработки длинномерных конструкций.

Эта технология может использоваться только для армированных конструкций, содержащие металлические элементы, которые образуют ядро. Этот метод используется в строительных и заводских условиях.

Таблица 5

Плюсы и минусы метода[5]

«+»	«-»
низкая стоимость	проведение множества сложных расчетов для каждой конструкции
равномерность прогрева	возможность применения на ограниченном типе конструкций
отсутствие дополнительного оборудования	

Инфракрасный обогрев

Технология метода

Источники энергии находятся в непосредственной близости от конструкции. Тепло немедленно передается от инфракрасного источника к залитому элементу. Затем тело прогревается за счет собственной теплопроводности. Нужно как следует отрегулировать мощность установок для достижения требуемой температуры в бетонной смеси. В этом случае свободная вода не будет кристаллизоваться. В противном случае рухнет вся конструкция.

Область применения

Если толщина бетона превышает 50-70см, то в таких случаях метод не подходит. Необходимо дополнение к инфракрасному обогреву [2].

Таблица 6

Плюсы и минусы метода

«+»	«-»
малые энергозатраты	относительно небольшая рабочая площадь и глубина прогрева одного излучателя;
отсутствие дополнительного оборудования	дополнительное пространство для размещения установок
высокая тепловая эффективность метода	

Использованные источники:

1. Тамазина А.А., Костина Н.В. Особенности бетонирования в зимний период. В сборнике: Актуальные проблемы инженерных наук Материалы VII-й (64) ежегодной научно-практической конференции преподавателей, студентов и молодых ученых Северо-Кавказского федерального университета «Университетская наука-региону». 2019. С. 497-498;
2. Гнам П.А., Кивихарью Р.К. Технология зимнего бетонирования в России. Строительство уникальных зданий и сооружений. 2016. № 9 (48). С. 7-25;

3. Колчеданцев Л.М., Васин А.П., Осипенкова И.Г., Ступакова О.Г. Технологические основы монолитного бетона. Зимнее бетонирование. СПб: изд-во Лань. 2018. 280 с.;
4. Головнев С.Г. Технология зимнего бетонирования. Оптимизация параметров и выбор методов: изд-во ЮУРГУ, 1999. С. 148;
5. Тринкер А.Б. Зимнее бетонирование и работы в условиях вечной мерзлоты: Технология бетонов. 2013. С. 42-44;