

УДК 693.547.3

БЕТОНИРОВАНИЕ В ЗИМНЕЕ ВРЕМЯ ГОДА: ХАРАКТЕРИСТИКА, ОСОБЕННОСТИ И СПОСОБЫ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ

Ибраева Ю.А., студент гр. СПб-181.2, IV курс,
Научный руководитель: Аветисян А. А., преподаватель
Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева, филиал в г. Прокопьевск
г. Прокопьевск

Бетон можно успешно укладывать, отделывать и выдерживать зимой, если вы понимаете, какое влияние низкие температуры оказывают на свежий и ранний бетон.

При схватывании бетона происходит ряд сложных химических реакций, очень чувствительных к температуре. Эта реакция в нормальных условиях выделяет значительное количество тепла. Если настолько холодно, что реакция замедляется, реакция и выделение тепла задерживаются - следовательно, прирост силы будет резко снижен. Использование добавок может преодолеть некоторые негативные последствия низких температур и позволить вам продолжать укладку бетона при низких температурах, а значит, и зимнее бетонирование.

Холодное время года для бетонирования - это период, когда более трех дней подряд средняя дневная температура воздуха опускается ниже 40 градусов по Фаренгейту (4 градуса Цельсия) и остается ниже 50 градусов по Фаренгейту (10 градусов Цельсия) дольше, чем за любой 12-часовой период. Это определение потенциально может привести к проблемам с замерзанием бетона на раннем этапе строительства [2].

Но это конкретные температуры, а не температуры воздуха. Поэтому, когда холодно, нам нужно защищать бетон до тех пор, пока он не сможет самостоятельно выдержать холод.

Весь бетон должен быть защищен от замерзания до тех пор, пока он не достигнет минимальной прочности в 500 фунтов на квадратный дюйм, что обычно происходит в течение первых 24 часов. Если бетон замерзает, пока он еще свежий или до того, как он наберет достаточную прочность, чтобы противостоять расширяющим силам, связанным с замерзающей водой, образование льда приводит к разрушению матрицы цементного теста, вызывая不可逆ную потерю прочности. Раннее замораживание может привести к снижению предела прочности до 50 %. Когда бетон достигает прочности на сжатие около 500 фунтов на квадратный дюйм, обычно считается, что он обладает достаточной прочностью, чтобы противостоять значительному расширению и повреждению в случае замерзания.

Таким образом, чтобы помочь ему достичь этой силы в 500 фунтов на квадратный дюйм, мы можем сделать две вещи в холодную погоду [1]:

- изменить смесь, чтобы она схватывалась быстрее,
- защитить бетон от холода.

При работе с бетоном в холодную погоду необходимо учитывать две разные температуры - температуру окружающего воздуха и температуру самого бетона, следующий совет проясняет, о чем идет речь, важно не путать их.

Если свежееуложенный бетон остынет ниже 0°C , вода в смеси замерзнет и расширится. Это может настолько повредить бетон, что он станет бесполезным, и его придется удалить.

Однако, если бетон сначала сможет достичь прочности около 2Н/мм^2 , он, вероятно, будет противостоять этому разрушительному расширению. Для большинства смесей эта прочность достигается в течение 48 часов, если бетон выдерживается при температуре 5°C или выше. Однако даже после того, как бетон достигнет 2Н/мм^2 , низкие температуры замедлят рост прочности.

Таким образом, цель в холодную погоду должна состоять в том, чтобы сохранить бетон в тепле (выше 5°C) в течение первых 48 часов, а затем обеспечить возможность роста прочности, хотя и с меньшей скоростью.

Суровость погоды определяет меры предосторожности, которые необходимо принять. Для целей бетонирования холодную погоду можно разделить на следующие три категории.

Температура окружающей среды ниже 5°C , но без мороза

Когда температура низкая, но не опускается ниже точки замерзания, нет опасности, что бетон будет необратимо поврежден, но для набора прочности потребуется больше времени.

Важно не снимать опалубку слишком рано, иначе существует риск того, что углы и выступы могут быть сбиты, а бетон в балках и подвесных плитах может оказаться слишком слабым, чтобы выдержать собственный вес и разрушиться.

Невозможно дать жесткое и быстрое правило относительно того, как долго следует оставлять опалубку на месте, поскольку скорость набора прочности зависит от многих факторов, включая температуру окружающей среды, количество цемента в смеси и тип цемента.

При необходимости скорость набора прочности можно увеличить за счет увеличения содержания цемента в смеси.

Незначительный мороз ночью

Любой бетон должен быть защищен от замерзания, поэтому весь свежееуложенный бетон необходимо сразу же защитить. Температура бетона при доставке не должна быть ниже 5°C .

Бывают случаи, когда поставщик товарного бетона не может гарантировать эту температуру при доставке, и вам нужно будет решить, можете ли вы адекватно защитить бетон в этих обстоятельствах, если вы хотите продолжить бетонирование.

Необходимая защита - это покрытие от замерзания и изоляционная опалубка, деревянная опалубка сама по себе часто обеспечивает достаточную изоляцию, и при использовании для балок, колонн и стен единственной необходимой дополнительной мерой предосторожности является покрытие открытых поверхностей изоляционным материалом или установка временных покрытий и обеспечение обогрева с помощью обогревателей.

Перед укладкой убедитесь, что основания, опалубка, арматура и любое оборудование для транспортировки или укладки не покрыто льдом и снегом.

Сильный мороз днем и ночью

Дополнительные меры предосторожности для этих условий включают требование использования нагретой воды для обеспечения того, чтобы температура бетона была выше 5°C. Горячая вода поступает из избранных заводов по производству товарного бетона. Если нет подогретой воды, рекомендуется отложить бетонирование до повышения температуры окружающей среды.

Способы зимнего бетонирования

На данный момент существует 3 основных способа укладки бетона в условиях низких температур. Применение добавок. Это самый дешевый и технологически обоснованный способ защиты смеси от мороза. Все добавки такого рода делятся на 3 основные группы, в зависимости от способа их действия. Обратимся к таблице 1 [3].

Таблица 1 – Способы бетонирования в зимнее время года

Первая группа добавок	Добавки, которые могут немного ускорить или замедлить (в зависимости от поставленной задачи) процесс затвердевания. Сюда входят и некоторые электролиты, и некоторые органические соединения, такие как, например, многоатомные спирты.
Вторая группа добавок	Добавки, которые, в отличие от предыдущих, значительно ускоряют процесс затвердевания и обладают сильными свойствами. Такие добавки изготавливаются на основе хлорида кальция.
Третья группа добавок	Вещества, не обладающие сильным антифризным действием, но способствующие быстрому схватыванию смеси с последующим мощным тепловыделением сразу после заливки.

Из всех факторов, влияющих на морозостойкость бетона, проницаемость играет наиболее важную роль. Непроницаемый бетон имеет лишь небольшое количество свободной влаги в порах, поэтому разрушительное действие замерзания и расширения воды в значительной степени устраняется. Существует три основных метода снижения проницаемости и, следовательно, повышения морозостойкости бетона, а именно:

- Использование воздухововлекающих добавок. Они предотвращают образование непрерывных капиллярных каналов, заменяя их мелкими дискретными (не взаимосвязанными) воздушными пустотами.

- Уменьшение водоцементного отношения, что, в свою очередь, снижает скорость вытекания (и пропускную способность) бетона. Наличие относительно больших и непрерывных капилляров обычно тесно связано с вытеканием бетона.

- Использование пуццоланов, таких как летучая зола, для замены части цемента (обычно от пятнадцати до двадцати процентов), что приводит к небольшому увеличению количества гидравлически активного материала. Пуцзоланы реагируют с растворимыми продуктами реакции цемент-вода и образуют водонерастворимые и, следовательно, водонепроницаемые вещества. При правильном использовании пуццоланов проницаемость бетона может быть уменьшена более чем в десять раз. Однако, поскольку пуццолановая реакция очень чувствительна к температуре, использование летучей золы может снизить скорость набора прочности (снизить начальную прочность) при бетонировании с использованием холодной воды.

Вода имеет максимальную плотность примерно при 4°C , то есть она имеет минимальный объем для данной массы при этой температуре. Поэтому разрушение затвердевшей бетонной конструкции из-за увеличения объема замерзающей воды (или льда) возможно только при очень низких температурах. Следовательно, при температурах выше 5°C долговечность и прочность бетона не пострадают (предел прочности бетона, отвержденного во влажном состоянии при холодном хранении, как правило, выше, чем у бетона, отвержденного обычным способом).

При работе в условиях низких температур важно помнить о критическом значении прочности бетона. Это значение равно 50 % от заявленной силы бренда. Этот показатель важно помнить, ведь при современном зимнем бетонировании смесь защищает от замерзания до тех пор, пока не установит это же значение на 50 %. Если речь идет об объекте особой важности, то защита от замерзания осуществляется вплоть до смеси с отметкой 70 %.

Таким образом, неблагоприятные условия включают температуру ниже 5°C на падающем термометре или 2°C на поднимающемся термометре, или когда становится непрактично обрабатывать бетон надлежащим образом.

Меры предосторожности включают в себя использование воздуховлакающих добавок, использование бетона с низкой осадкой, использование добавок (ускорителей и водоредукторов), увеличивающих содержание цемента, использование некоторой формы защиты от замерзания и избегание мерзлых грунтов.

Список литературы:

1. Бетонирование в холодную погоду – URL: <https://www.concretenetwork.com/cold-weather-concrete/weather.html> - Текст: электронный.
2. Бетонирование в зимних условиях – URL: <https://en.blog-oremonte.ru/> - Текст: электронный.

3. Зимнее бетонирование – URL:
<https://www.alliedconcrete.co.nz/technical-info/tips-and-tricks/winter-concreting/> -
Текст: электронный.
4. Что происходит, когда бетон замерзает – URL:
<https://www.cement.org/learn/concrete-technology/concrete-construction/cold-weather-concreting> - Текст: электронный.