

## Применение трансформаторов для прогрева бетона ТСДЗ-63/0,38 и КТПТО-80

### Методы прогрева бетона

Бетон набирает свою марочную прочность в течение 28 дней в нормальных условиях (температура +15°C во влажной среде). При повышении температуры бетона значительно сокращаются сроки твердения. При замерзании бетона твердение его прекращается, а при последующим оттаивании процесс твердения возобновляется. Однако, при замерзании бетона до набора 70% прочности, он не достигает марки.

Бетонирование монолитных конструкций в зимних условиях, осуществляемое при ожидаемой среднесуточной температуре наружного воздуха ниже +5°C и минимальной суточной температуре ниже 0 °С, должно производиться с обеспечением твердеющему бетону оптимальных температурно-влажностных условий. С этой целью предусматриваются утепление опалубки, укрытие неопалубленных поверхностей монолитных конструкций гидро- и теплоизолирующими материалами, устройство ветрозащитных ограждений и другие мероприятия, направленные на сохранение тепла, содержащегося в уложенном бетоне. Кроме того, СНиП 3.03.01-87 "Несущие и ограждающие конструкции" рекомендует применение нескольких способов выдерживания и обогрева бетона в зимних условиях. В зависимости от вида конструкции и температуры наружного воздуха рекомендуется применение следующих способов зимнего бетонирования:

- термос;
- термос с противоморозными добавками и ускорителями твердения;
- предварительный разогрев бетонной смеси;
- электродный прогрев;
- обогрев в греющей опалубке ;
- инфракрасный обогрев;
- индукционный нагрев;
- обогрев нагревательными проводами.

Остановимся на способах зимнего бетонирования, связанных с тепловой обработкой монолитного бетона и железобетона.

**1. Предварительный электроразогрев бетона** предусматривает разогрев бетонной смеси с помощью электрического тока напряжением 220-380 В в короткий промежуток времени (5-10 мин) до температуры 40-60°C. После укладки горячей бетонной смеси в опалубку она остывает по режимам, рассчитываемым так же, как и для способа термоса. Этот способ зимнего бетонирования требует наличия на строительной площадке большой электрической мощности от 1000 кВт для разогрева 3-5 м<sup>3</sup> бетонной смеси.

Электродный прогрев бетона заключается в том, что выделение тепла происходит непосредственно в бетоне при пропускании через него электрического тока. В зависимости от принятой схемы расстановки и подключения электродов электродный прогрев разделяется на сквозной, периферийный и с использованием в качестве электродов арматуры. Применение этого метода наиболее эффективно для слабоармированных конструкций - фундаментов, колонн, стен и перегородок, плоских покрытий и бетонных подготовок под полы. Недостатки применяемых способов электроразогрева бетона:

- невозможность получить прочность бетона выше 50% от R.з.д, т.к. электричество проходит между электродами через влажный бетон и при его высыхании прогрев прекращается;
- вероятность пересушивания бетона в электродных зонах;
- увеличенный расход арматурной стали.

### **2. Электрообогрев бетона с помощью греющего провода**

Контактный способ электрообогрева бетона основан на передаче тепла бетону от поверхности

заложенных в бетон греющих проводов, нагреваемых сильным током до темп. 80°C. Тепло распространяется, т.к. бетон имеет хорошую теплопроводность. Наибольшая эффективность достигается при использовании проводов со стальной жилой  $\phi 1,8 - 3$ мм. Они допускают прогонную нагрузку на 1м от 80 до 160 ватт, в зависимости от электрического сопротивления и диаметра жилы. Этот способ позволяет обогреть бетон до требуемой прочности. Греющие провода должны размещаться в теле бетона, иначе они сгорят!

В качестве нагревательных проводов применяют специальные провода для бетона марки ПНСВ-1,2 со стальной оцинкованной жилой диаметром 1,2 мм в поливинилхлоридной изоляции (возможно применение радиотрансляционных проводов марки ПТПЖ-2х1,2 с двумя стальными оцинкованными жилами в изоляции из модифицированного полиэтилена). Электропитание нагревательных проводов осуществляют через понижающие трансформаторные подстанции типа **ТСДЗ-63/0,38, КТП ТО-80** которые имеют несколько ступеней пониженного напряжения, что позволяет регулировать тепловую мощность, выделяемую нагревательными проводами при изменении температуры наружного воздуха. Одной подстанцией можно обогреть 20-30 м<sup>3</sup> бетона. Нагревательными проводами можно обогревать любые монолитные конструкции при температуре наружного воздуха до -30°C. В среднем для обогрева 1м<sup>3</sup> монолитного бетона требуется 60 м нагревательного провода марки ПНСВ-1,2.

### **Таблица характеристик проводов марки ПНСВ**

Нагревательный провод ПНСВ со стальной жилой и с изоляцией из поливинилхлорида предназначен для прогрева монолитного бетона.

1.	Напряжение переменного тока, В	380
2.	Длина секции провода на напряжение 220 В:	
	- ПНСВ 1,0 мм, м	80
	- ПНСВ 1,2 мм, м	110
	- ПНСВ 1,4 мм, м	140
3.	Удельная мощность тепловыделения провода:	
	- для армированных конструкций, Вт/п.м.	30-35
	- для неармированных конструкций, Вт/п.м.	35-40
4.	Напряжение питания рекомендуемое, В	55-100
5.	Среднее значение сопротивления жилы:	
	- ПНСВ 1,2 мм, Ом/м	0,15
	- ПНСВ 1,4 мм, Ом/м	0,10
6.	Параметры метода:	
	Мощность удельная, кВт/м <sup>3</sup>	1,5-2,5
	Расход провода, п.м./м <sup>3</sup>	50-60
	Цикл термосного выдерживания конструкций, суток	2-3

Потребность в электроэнергии для обогрева определяется расчетами в зависимости от вида конструкций, которые характеризуются величиной, равной отношению площади охлаждения к объему бетона. Как правило, на нее влияют температура окружающей среды, степень защиты конструкций от охлаждения, скорость разогрева бетона в течение одного часа.

При расчетах необходимо учитывать следующие показатели: •  
1 кВт/час выделяет 860 ккал тепла.

- удельная теплоемкость бетона  $620 \text{ ккал/м}^3 \times \text{оС}$ , что при этом температура  $1 \text{ м}^3$  тяжелого бетона поднимается на  $1^\circ\text{С}$ .
- при твердении  $1 \text{ м}^3$  бетона выделяет в среднем  $500 \text{ ккал/час}$ .

Обогрев бетона необходимо выполнять при низком напряжении и высокой силе тока в греющих элементах. Для этого рекомендуем использовать специальные подстанции для прогрева бетона: **ТСДЗ-63** или **КТПТО-80**. Установочная мощность в подстанциях зависит от напряжения при обогреве бетона.

Количество греющих элементов, которые необходимо заложить в конструкцию, зависит от объема прогреваемого бетона и требуемой для этого электрической мощности. Для каждой конструкции необходимо выдавать **технологическую карту**.

Продолжительность прогрева и выдерживание бетона с учетом фактического времени его остывания можно определить в результате регулярных замеров его температуры и силы тока в греющих элементах, заносимых в журнал производства бетонных работ и графику твердения бетона. Необходимы регулярные лабораторные наблюдения!

### **Технические требования при подготовке к электрообогреву**

Готовые греющие элементы размещают и монтируют после укладки арматуры, закладных деталей и завершения электросварки арматуры. Греющие элементы необходимо навивать без натяжения на арматурные каркасы или прокладывают между каркасами по мере их укладки, а при отсутствии арматуры применять инвентарные шаблоны. Греющие элементы не должны касаться опалубки и не выступать из бетона, не соприкасаться с деревянными закладными деталями, чтобы окружал их бетон, при необходимости привязывать к арматуре веревкой. Выводы греющих элементов из бетона должны быть увеличены в сечении провода в 2-3 раза или подсоединением кусков изолированных алюминиевых проводов с изоляцией места подсоединения в пластмассовой трубке! Подключение выводов греющих элементов к инвентарным соединениям питающей сети производить после проверки их мегомметром. Необходимо обеспечить равномерную загрузку фаз низкой стороны подстанции!

### **Техническое требование при электрообогреве**

Электрообогрев можно начинать только после завершения укладки бетона и размещения всех греющих элементов и нижней части выводов в бетоне, выполнения указаний техники безопасности!

В конструкциях сделать скважины для замера температур!

С помощью токоизмерительных клещей измерить пусковую силу тока во всех греющих элементах, при показаниях превышающих допустимые при пуске необходимо понизить напряжение в сети. Измерение температуры и силы тока производить через 1 час в первые три часа и затем 1 раз в смену с занесением в журнал бетонных работ. Конструкции по возможности укрепить!

Продолжительность электрообогрева должна обеспечивать набор прочности бетона не менее 50% от марки уложенного бетона, который определяется испытанием контрольных образцов или другими методами.

### **Указания по технике безопасности при обогреве бетона**

1. Электрообогрев бетона необходимо выполнять с соблюдением требований техники безопасности СНиП 111-4-80/гл.11 и ГОСТ12. 1.013-78/ - бетонные и ж/бетонные работы и электробезопасность.
2. Надзор за выполнение требований техники безопасности и электробезопасности необходимо возложить приказом на ИТР, имеющего квалификационную группу по электробезопасности не

ниже четвертой.

3. Монтаж электрооборудования и электросетей, наблюдение за их работой и включение греющих элементов должны выполнять электромонтеры, имеющие квалификационную группу не ниже третьей.

4. Рабочие других специальностей, работающие на посту электрообогрева и вблизи него, должны быть проинструктированы по правилам электробезопасности. Посторонних лиц на посту в период электрообогрева не допускать!

5. Пост электрообогрева оградить по ГОСТ 23407-78, оборудовать световой сигнализацией и знаками безопасности по ГОСТ 12.026-76 и обеспечить хорошим освещением! При перегорании сигнальных ламп должна отключаться сеть электрообогрева.

6. Подключение греющих элементов выполнять при отключенной сети.

7. Замер температуры бетона и силы тока должен выполнять персонал, имеющий квалификационную группу не ниже второй.