

# Типовая технологическая карта на возведение монолитных конструкций в зимних условиях

## 1. Общие указания

Настоящая технологическая карта содержит практические рекомендации по возведению монолитных железобетонных конструкций в зимний период.

Зимним периодом производства работ называется время производства работ с максимальной среднесуточной температурой воздуха ниже  $+5^{\circ}\text{C}$  и минимальной суточной температуре ниже  $0^{\circ}\text{C}$ ;

Технологическая карта предназначена для персонала строительной организации, занятого на возведении данного объекта.

В технологической карте даны рекомендации по организации и технологии выполнения работ по возведению монолитных железобетонных конструкций период производства работ при отрицательных температурах воздуха с применением:

- электропрогрева нагревательными проводами;
- электропрогрева электродами;
- выдерживание бетонной смеси методом термоса.

Приведены указания по технике безопасности и контролю качества работ, приведена потребность в механизмах с целью ускорения производства работ, снижению затрат труда, совершенствования организации и повышения качества работ.

Карта предназначена для производителей работ, мастеров и бригадиров, а также работников технического надзора заказчика и инженерно-технических работников строительных и проектно-технологических организаций, связанных с производством и контролем качества бетонных работ.

Технологическая карта выполнена в соответствии с требованиями СНиП 3.03.01-87 «Несущие и ограждающие конструкции», СНиП 12-03-2001 «Техника безопасности в строительстве» Ч.1 «Общие требования» и СНиП 12-04-2002 «Техника безопасности в строительстве» Ч.2 «Строительное производство», норм по промышленной безопасности и ППБ – 01 – 93 «Правила пожарной безопасности в Российской Федерации».

## 2. УСЛОВИЯ ПОДГОТОВКИ ПРОЦЕССА

- закончить работы по устройству опалубки (касается конструкций перекрытия);
- закончить работы по армированию конструкции, установке закладных деталей;
- места производства работ освободить от неиспользуемого инвентаря, приспособлений, строительного материала;
- произвести проверку, подготовку и подачу к месту производства работ необходимого оборудования для электропрогрева конструкции;
- произвести подготовку и подачу к месту производства работ укрывного материала;
- очистить от мусора, снега, наледи опалубку и арматуру.

## 3. ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

В период производства работ при отрицательных температурах воздуха (максимальной среднесуточной температуре воздуха ниже  $+5^{\circ}\text{C}$  и минимальной суточной температуре ниже  $0^{\circ}\text{C}$ ) руководствоваться следующими правилами:

1. Подготовка основания, подача, укладка, уплотнение бетонной смеси в зимних условиях производится в соответствии с правилами производства этих работ в теплый период.
2. Автобетоносмесители и бункера должны быть утеплены и оборудованы утепленной крышкой, а при длительном пребывании смеси – подогреваться горячим воздухом, электропечами.
3. Температура и состояние основания конструкции, в которую укладывается бетонная смесь, а также способ укладки должны исключать возможность замерзания смеси в зоне контакта с основанием для чего необходимо подогреть основание перед бетонированием или использовать предварительно разогретую бетонную смесь.
4. Укладка бетонной смеси должна, по возможности, исключать промежуточную перегрузку, перевалку и потерю тепла смеси.

5. Перерывы в перекачивании бетонной смеси в связи с неисправностями или перебоями в подаче смеси в приемный бункер не должны превышать 5-8 мин для неутепленных бетоноводов и 30 мин – для утепленных;

6. Прогрев бетоновода перед началом перекачивания смеси, очистку приемного бункера, бетононасоса и трубопровода по окончании перекачивания следует производить горячей водой. После очистки воду из труб необходимо полностью удалить;

7. Чтобы обеспечить быстрое твердение бетона, рекомендуется использовать бетон на одну марку выше, чем заложено в проекте.

8. Продолжительность вибрирования укладываемой бетонной смеси должна быть увеличена не менее чем на 25% по сравнению с летними условиями;

9. Неопалубленные поверхности конструкций укрыть п/э пленкой, затем утепленными резиновыми полами (пенопластом, опилками, этафомом или другим утеплителем) непосредственно после окончания бетонирования.

10. Выпуски арматуры забетонированных конструкций ф24мм и более должны быть утеплены на высоту (длину) не менее чем 0,5м этафомом или мешками с сыпучим утеплителем (опилки и др.).

11. В зависимости от вида конструкции и данных о прогнозируемых климатических условиях производится выбор термообработки бетона:

- электропрогрев монолитных железобетонных конструкций нагревательными проводами;

- электропрогрев монолитных железобетонных конструкций электродами;

- выдерживание монолитных железобетонных конструкций методом термоса;

- выдерживание монолитных железобетонных конструкций методом обогрева тепловыми пушками.

Требования к производству работ при отрицательных температурах воздуха установлены в таблице:

Параметр	Величина параметра	Контроль (метод, объем, вид регистрации)
1. Прочность бетона монолитных и сборно-монолитных конструкций к моменту замерзания:	Не менее 5 Мпа	
для бетона без противоморозных добавок: - конструкций, эксплуатирующихся внутри зданий, фундаментов под оборудование, не подвергающихся динамическим воздействиям, подземных конструкций	Не менее, % проектной прочности:	Измерительный по ГОСТ 18105-86, журнал работ
- конструкций, подвергающихся атмосферным воздействиям в процессе эксплуатации, для класса: В7,5-В10 В12,5-В25 В30 и выше	50 40 30	
- конструкций, подвергающихся по окончании выдерживания переменному замораживанию и оттаиванию в водонасыщенном состоянии или расположенных в зоне сезонного оттаивания вечномерзлых грунтов при условии введения в бетон воздухововлекающих или газообразующих ПАВ	70 80	
- в преднапряженных конструкциях	К моменту охлаждения бетона до температуры, на которую рассчитано количество добавок, не менее 20 % проектной прочности	
- для бетона с противоморозными добавками		
2. Загружение конструкций расчетной нагрузкой допускается после достижения бетоном прочности	Не менее 100 % проектной	
3. Температура воды и бетонной смеси на выходе из смесителя, приготовленной:		
- на портландцементе, шлакопортландцементе, пуццолановом портландцементе марок ниже М600	Воды не более 70 <sup>0</sup> С, смеси не более 35 <sup>0</sup> С	Измерительный, 2 раза в смену, журнал работ
- на быстротвердеющем портландцементе и портландцементе марки М600 и выше	Воды не более 60 <sup>0</sup> С, смеси не более 30 <sup>0</sup> С	
- на глиноземистом портландцементе	Воды не более 40 <sup>0</sup> С, смеси не более 25 <sup>0</sup> С	
4. Температура бетонной смеси, уложенной в опалубку, к началу выдерживания или термообработки:		
- при методе термоса	Устанавливается расчетом, но не ниже 5 <sup>0</sup> С	Измерительный, в местах, определенных ППР, журнал работ
- с противоморозными добавками	Не менее чем на 5 <sup>0</sup> С выше температуры замерзания раствора затворения	
- при тепловой обработке		
5. Температура в процессе выдерживания и тепловой обработки	Не ниже 0 <sup>0</sup> С	

для бетона на: - портландцементе - шлакопортландцементе	Определяется расчетом, но не выше, °С: 80 90	При термообработке - через каждые 2 ч в период подъема температуры или в первые сутки. В последующие трое суток и без термообработки не реже 2 раз в смену. В остальное время выдерживания один раз в сутки
6. Скорость подъема температуры при тепловой обработке бетона: для конструкций с модулем поверхности: - до 4 - от 5 до 10 - св. 10 - для стыков	Не более, °С /ч: 5 10 15 20	Измерительный, через каждые 2 ч, журнал работ
7. Скорость остывания бетона по окончании тепловой обработки для конструкций с модулем поверхности: - до 4 - от 5 до 10 - св. 10	Определяется расчетом Не более 5 °С /ч	Измерительный, журнал работ
8. Разность температур наружных слоев бетона и воздуха при распалубке с коэффициентом армирования до 1 %, до 3 % и более 3 % должна быть соответственно для конструкций с модулем поверхности: - от 2 до 5 - св. 5	Не более 10 °С /ч  Не более 20, 30, 40°С Не более 30, 40, 50°С	То же

### 3.1 Электрообогрев монолитных железобетонных конструкций нагревательными проводами.

К одним из наиболее универсальных методов термообработки бетона относится метод греющих проводов. Особенно часто метод греющего провода применяется при электропрогреве тонкостенных конструкций (стен, перекрытия).

Обогрев бетона в монолитной конструкции нагревательными проводами осуществляется закладкой нагревательного провода со стальной жилой диаметром 1,0 – 1,4 мм в полиэтиленовой или поливинилхлоридной изоляции непосредственно в бетонируемую конструкцию.

В зависимости от технологии производства работ нагревательные провода раскладываются во время или после выполнения арматурных работ.

Электродный прогрев монолитных конструкций может быть совмещен с другими способами интенсификации твердения бетона, например предварительным прогревом бетонной смеси, использованием различных химических добавок.

Настоящей технологической картой предусматривается следующий порядок производства работ:

#### Подготовительные работы:

- установка ограждений рабочей зоны, устройство сигнализации и освещения;
- установка трансформаторной подстанции;
- устройство троллеи вдоль бетонируемой захватки;
- установка противопожарного щита.

#### Электропрогрев:

- закладка нагревательного провода в конструкцию;
- подключение нагревательного провода к троллеи;
- подключение троллеи к трансформаторной подстанции;
- подключение трансформаторной подстанции к сети;
- укрытие неопалубленных поверхностей конструкции теплоёмким материалом;

- устройство температурных скважин;
- выдерживание бетона и электропрогрев конструкции, уход за бетоном;

#### Окончание выдерживания бетона:

- отключение трансформаторной подстанции;
- снятие теплоёмкого материала.

#### Профессиональный состав звена

Подготовительные работы и работы по закладке нагревательного провода выполняются звеном рабочих из 2-х человек с учетом совмещения следующих профессий:

- Плотник-бетонщик 4р – 2чел (далее по тексту Б1, Б2);

Работы по подключению нагревательных проводов к трансформаторной подстанции и работы связанные с электропрогревом конструкций выполняются отдельным специализированным звеном электромонтёров

- электромонтёр 5р – 1чел (далее по тексту Э1);
- электромонтёр 3р – 1чел (далее по тексту Э2).

При отсутствии указанных выше специальностей и квалификации у рабочих, до начала производства работ необходимо провести их обучение и аттестацию.

#### Состав и последовательность работ:

1. На ровной площадке на расстоянии не более 25 м от участка электрообогрева конструкции рабочие Б1 и Б2 устанавливают трехфазную комплексную трансформаторную подстанцию типа КТП-ТО-80/86 либо понижающий трансформатор ТМОБ-63, или другие трансформаторы, используемые для этих целей. Далее, они устанавливают ограждение рабочей зоны. Работы по освещению рабочей зоны производят электромонтёры Э1 и Э2.

2. Затем, электромонтёры Э1 и Э2 изготавливают секции троллеи (шинопроводов), см. рис. 1а, 1б и проводят их вдоль бетонируемой захватки.

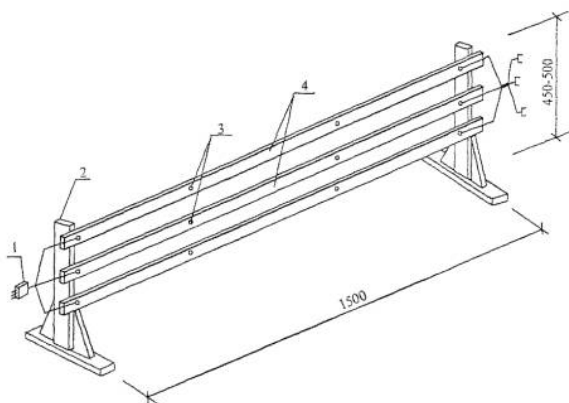


Рис. 1а. Инвентарная секция троллеи (шинопроводов).

- 1 – разъем; 2 – деревянная стойка; 3 – болты; 4 – токопроводы (полоса 340 мм)

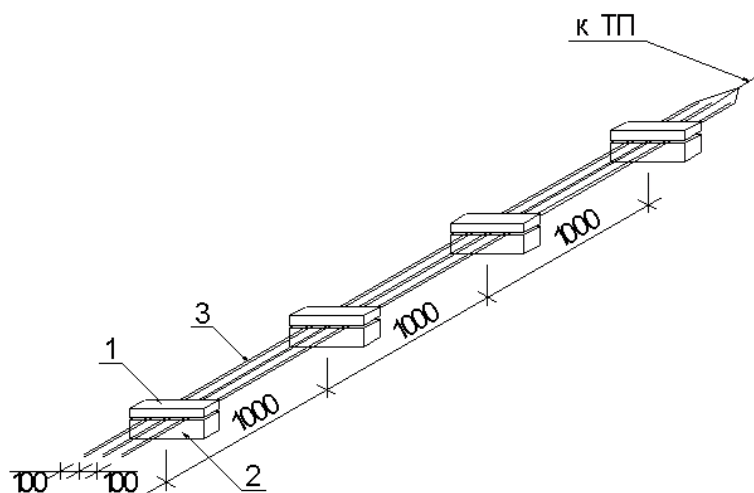


Рис. 1б. Секция троллеи.

- 1 – доска 50x100, L=400; 2 – брус 100x100, L=400, 3 – арматура ф12-14, L=3,5м

3. На завершающем этапе подготовительных работ на расстоянии не более 25 м от участка электрообогрева конструкции рабочие Б1 и Б2 устанавливают противопожарный щит и ящик с песком.

4. Греющий провод до начала бетонирования конструкций (горизонтальные конструкции – перекрытия) или до установки опалубки (вертикальные конструкции – стены, колонны) рабочие Б1 и Б2 раскладывают по арматурному каркасу с расчетным шагом. Греющий провод раскладывается в 2 нитки с установленным шагом.

Провод закрепляется на арматурные каркасы и сетки без натяжения обрезками изолированного провода, пластмассовыми фиксаторами, скрепками из стальной проволоки, полипропиленовым шпагатом. В углах с режущими кромками под проводом устанавливают дополнительную изоляцию.

Во избежание обгорания изоляции, замыкания на массу и перегорания концов нагревательного провода из бетона наружу электромонтёры Э1 и Э2 устраивают коммутационные выводы из монтажного провода сечением 2,54 мм<sup>2</sup>, типа АПВ-50, КГ-1х50 и выше. Узел соединения должен находиться в теле бетона, в противном случае может быть перегрев проводов и их перегорание, см. рис. 2. Греющие провода не должны касаться опалубки или соприкасаться с деревянными закладными деталями.

Концы проводов выводятся и закрепляются в том месте, где будут проходить магистральные троллеи, см. рис. 3

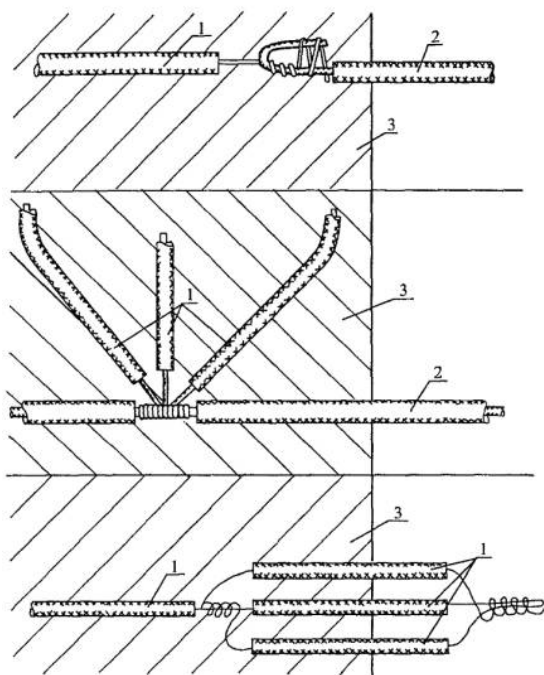


Рис. 2. Схема выводов нагревательных проводов из бетона

1 – нагревательные провода; 2 – монтажные провода; 3 – бетон

После подсоединения кабеля электромонтер Э1 разряда подсоединяет секции магистральной троллеи (шинопровода) к трансформаторной подстанции, проводит ее заземление и опробовывает работу трансформаторной подстанции на холостом ходу

### Схема подключения греющих проводов к питающей магистрали

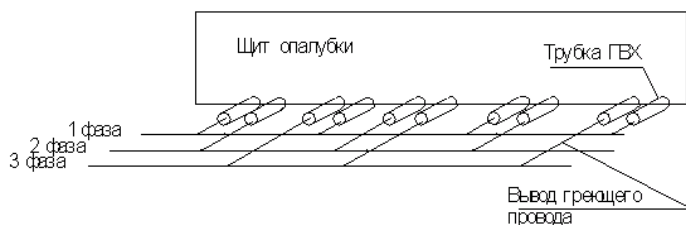


Рис. 3. Узел крепления греющего провода к троллеи

Примечание: Подключение выводов греющих проводов к инвентарным соединениям питающей сети необходимо производить только после проверки их сопротивления мегомметром.

7. Во избежание попадания снега в конструкцию после установки опалубки, укладки арматуры и закрепления нагревательных проводов рекомендуется укрыть конструкцию полами. Полога убираются непосредственно перед бетонированием конструкции.

8. После раскладки нагревательных проводов и подключения их к магистральным троллеям бетонщики производят укладку и уплотнение бетонной смеси. Во избежание замерзания смеси использовать предварительно разогретую бетонную смесь.

Уложенный бетон перед подключением должен иметь температуру не ниже  $+5^{\circ}\text{C}$ .

9. Сразу после укладки бетона в конструкцию, рабочие Б1 и Б2 выполняют укрытие открытых неопалубленных поверхностей п/э плёнкой, поверх плёнки укладывают брезентовые утеплённые полога (минераловатные плиты, этафом) и устраивают температурные скважины в теле бетона с помощью трубки ПВХ, заглушенной в нижней части, см. рис. 4.

10. Требуемое количество скважин составляет 55шт на  $100\text{м}^3$  уложенного бетона или 1 скважина на  $2\text{-}3\text{м}^2$ . Скважины должны быть расположены равномерно по всей длине на одинаковом расстоянии друг от друга.

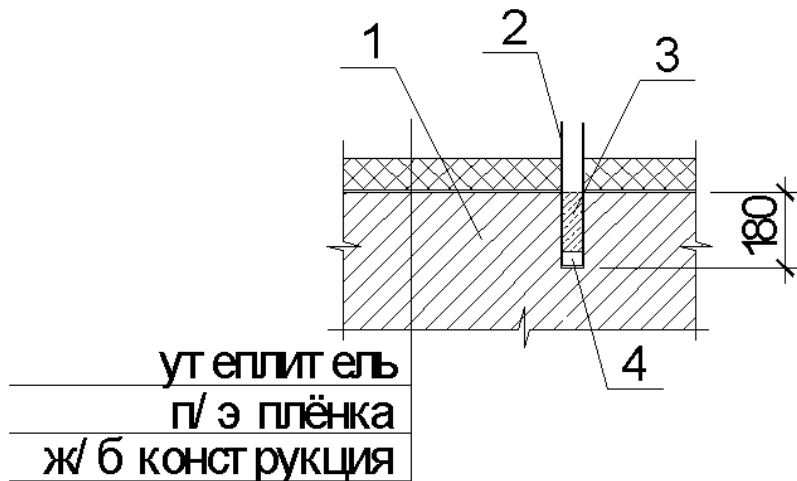


Рис. 4. Схема устройства температурных скважин

1 – бетон конструкции; 2 – труба ПВХ  $\varnothing 25\text{мм}$ ; 3 – масло; 4 – заглушка

11. Подача напряжения разрешается после окончания бетонирования, укладки теплоизоляции и ухода людей за пределы ограждения.

Перед подачей напряжения электромонтёры Э1 и Э2 проверяют правильность подключения, осматривают контакты, кабели и провода.

12. Электрообогрев осуществляется на пониженном напряжении 55 – 95В в соответствии с электрическими параметрами, представленными в таблице 1.

Температура наружного воздуха, °С	Шаг раскладки нагревательного провода, мм		Диаметр нагревательного провода марки ПНСВ, мм	Электрическое напряжение, В	Длина отрезка нагревательного провода, м	Удельная мощность обогрева, Вт/м <sup>2</sup>
	в уровне верхней и нижней сеток арматуры	только в уровне нижней сетки арматуры				
1	2	3	4	5	6	7
-5	200	100	1,2	55	27	200
				65	32	
				75	37	
			1,2	85	42	
				95	47	
				55	28	
			1,4	65	34	
				75	39	
				85	44	
			1,4	95	48	
				55	33	
				65	39	
			1,4	75	45	
				85	51	
				95	57	
-10	160	80	1,1	55	27	240
				65	32	
				75	37	
			1,2	85	42	
				95	47	
				55	28	
			1,4	65	34	
				75	39	
				85	44	
			1,4	95	48	
				55	33	
				65	39	
			1,4	75	45	
				85	51	
				95	57	
-15	120	-	1,1	55	27	320
				65	32	
				75	37	
			1,2	85	42	
				95	47	
				55	28	
			1,2	65	34	
				75	39	
				85	44	
			1,2	95	48	

-20	100	-	1,4	95	48	400
				55	33	
				65	39	
			1,1	75	45	
				85	51	
				95	57	
			1,1	55	27	
				65	32	
				75	37	
			1,2	85	42	
				95	47	
				55	28	
			1,4	65	34	
				75	39	
				85	44	
1,4	95	48				
	55	33				
	65	39				
1,4	75	45				
	85	51				
	95	57				

13. Подачу электроэнергии при прогреве необходимо производить плавно начиная с напряжения 50В и, исходя из скорости подъема температуры выдерживаемого бетона, которая не должна превышать расчетной, можно повысить ступенчато напряжение до 60В.

14. Во время обогрева бетона электромонтёрам Э1 и Э2 необходимо вести наблюдение за состоянием контактов, кабелей, проводов. В случае обнаружения неисправности необходимо немедленно отключить напряжение и устранить неисправность.

15. Для прогнозирования прочности в бетоне конструкции, регулирования процесса термообработки электромонтёры Э1 и Э2 производят контроль температуры в бетоне. Для замера температуры в бетоне, в температурные скважины помещают термометры или термошупы. Измеренные значения температуры регистрируются в температурном листе (см. приложение 1) и журнале бетонных работ.

Набор прочности бетона при различных температурах его выдерживания определяется по графикам, представленным на рис. 5а,б,в,г.

Кол-во замеров температуры:

- при термообработке – через каждые 2 часа в период подъема температуры и первые сутки.



- без термообработки в последующие трое суток – не реже двух раз в смену, в остальное время выдерживания – один раз в сутки.

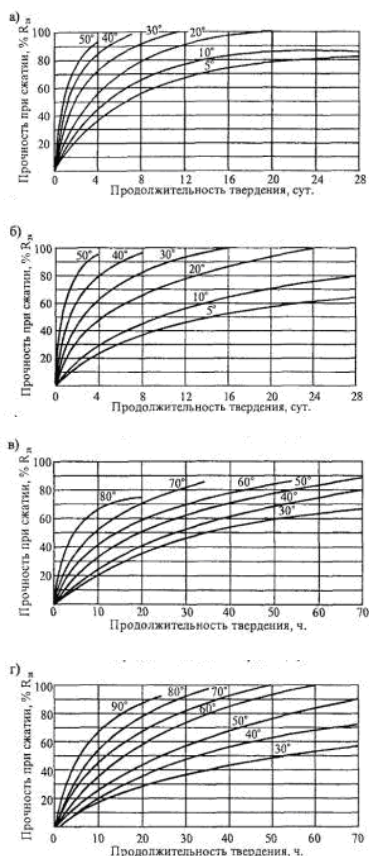


Рис. 5 графики набора прочности бетоном при различных температурах его выдерживания

17. Электропрогрев бетонной смеси производить с соблюдением правил электробезопасности.

**ВНИМАНИЕ:** При перегорании одной или нескольких спиралей данный участок немедленно укрыть пологом и подключить воздушонагреватель. При этом сам бетон должен быть укрыт плёнкой ПВХ для исключения испарения влаги.

18. Скорость остывания бетона по окончании тепловой обработки для конструкций с модулем поверхности 5 – 10 – не более 5 °С/ч, с модулем поверхности свыше 10 – не более 10 °С/ч. Температуру наружного воздуха замеряют один – два раза в сутки, результаты замеров фиксируются в журнале.

19. Отключение электропрогрева и снятие опалубки производится только с разрешения руководителя по бетонным работам. Отключение электропрогрева производится силами электротехнического персонала.

20. На завершающем этапе рабочие Б1 и Б2 производят снятие утеплителя, его очистку, складирование и транспортирование на следующую захватку.

Далее они производят распалубку и очистку поверхности бетона от утеплителей производить после охлаждения его до +5°С.

В целях ускорения твердения бетонной смеси и сокращения продолжительности термообработки бетона при производстве работ рекомендуется применение химических добавок (криопласт, поташ).

**Примечание:** Противоморозную добавку вводят при приготовлении бетонной смеси на заводе-изготовителе. В случае отсутствия противоморозной добавки в бетонной смеси, поставленной на участок, допускается добавить противоморозную добавку, перед укладкой бетонной смеси в миксер и перемешать в течение 10-15 минут.

Пример определения набора прочности бетоном по графику

Определить прочность бетона в конструкции с  $M_p = 4$  на портландцементе марки 400 при скорости подъема температуры 10 °С в час, температуре изотермического прогрева 70 °С, его продолжительности 12 ч и остывании со скоростью 5 °С в час до конечной температуры 8 °С.

Решение:

Определить величину относительной прочности за период подъема температуры

$$\text{продолжительность подъема температуры} \frac{70 - 10}{10} = 6$$

при средней температуре  $\frac{70 + 10}{2} = 40$  °С

Для этого из точки «А» согласно рис. 6 проводим перпендикуляр до пересечения с кривой прочности при 40 °С (точка «Б»).

Величина прочности за время подъема температуры определяется проекцией точки «Б» на ось ординат (точка «В») и составляет 15 %.

Определяем прирост относительной прочности при изотермическом прогреве за 12 часов как проекцию участка (точки «Л» и «К») кривой прочности при 70 °С (отрезок «ВЗ», что составляет 46 %  $R_{28}$ ).

Определяем прирост прочности бетона за 12 часов остывания по кривой прочности при 38 °С как проекцию участка «ЖГ» на ось ординат. Отрезок «ЗИ» соответствует 9 %  $R_{28}$ .

За весь цикл термообработки бетон приобретает прочность  $15 + 46 + 9 = 70$  %  $R_{28}$ .

Для каждого конкретного состава бетона строительной лабораторией должен быть уточнен на опытных образцах-кубах оптимальный режим выдерживания.

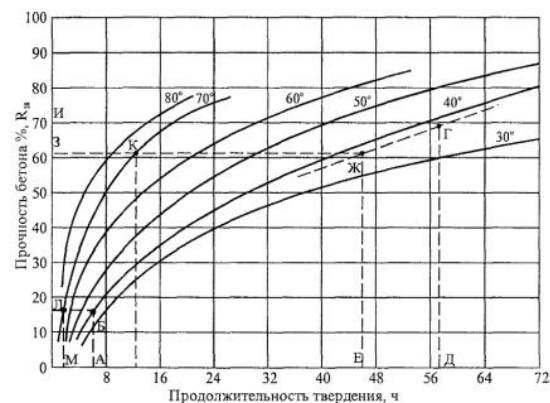


Рис. 6. Пример определения прочности бетона по графику

### 3.2 электропрогрев монолитных железобетонных конструкций электродами

Электродный метод электропрогрева схож с методом электропрогрева греющими проводами и применяется как при электропрогреве тонкостенных конструкций (стен, перекрытия), так и при электропрогреве монолитных бетонных и малоармированных конструкций (колонны, фундаменты, бетонные подготовки под колонны).

В зависимости от принятой схемы расстановки и подключения электродов, электродный прогрев разделяется на сквозной, периферийный и с использованием в качестве электродов арматуры.

Электродный прогрев монолитных конструкций может быть совмещен с другими способами интенсификации твердения бетона, например предварительным прогревом бетонной смеси, использованием различных химических добавок.

Настоящей технологической картой предусматривается следующий порядок производства работ:

#### Подготовительные работы:

- установка ограждений рабочей зоны, устройство сигнализации и освещения;
- установка противопожарного щита;
- установка трансформаторной подстанции и подключение её к сети;
- устройство троллеи вдоль бетонируемой захватки или у бетонируемой конструкции;
- подключение троллеи к трансформаторной подстанции.

#### Электропрогрев:

- укрытие неопалубленных поверхностей конструкции теплоёмким материалом;
- устройство температурных скважин;
- установка электродов в конструкцию;
- подключение электродов к троллеи;
- подключение трансформаторной подстанции к сети;
- выдерживание бетона и электропрогрев конструкции, уход за бетоном;

#### Окончание выдерживания бетона:

- отключение трансформаторной подстанции;

- снятие теплоёмкого материала.

Профессиональный состав звена

Подготовительные работы и работы по закладке нагревательного провода выполняются звеном рабочих из 2-х человек с учетом совмещения следующих профессий:

- Плотник-бетонщик 4р – 2чел (далее по тексту Б1, Б2);

Работы по подключению нагревательных проводов к трансформаторной подстанции и работы связанные с электропрогревом конструкций выполняются отдельным специализированным звеном электромонтёров

- электромонтёр 5р – 1чел (далее по тексту Э1);

- электромонтёр 3р – 1чел (далее по тексту Э2).

При отсутствии указанных выше специальностей и квалификации у рабочих, до начала производства работ необходимо провести их обучение и аттестацию.

Состав и последовательность работ:

1. На ровной площадке на расстоянии не более 25 м от участка электрообогрева конструкции рабочие Б1 и Б2 устанавливают трехфазную комплексную трансформаторную подстанцию типа КТП-ТО-80/86 либо понижающий трансформатор ТМОБ-63, или другие трансформаторы, используемые для этих целей. Далее, они устанавливают ограждение рабочей зоны.

2. На завершающем этапе подготовительных работ на расстоянии не более 25 м от участка электрообогрева конструкции рабочие Б1 и Б2 устанавливают противопожарный щит и ящик с песком

Работы по освещению рабочей зоны производят электромонтёры Э1 и Э2.

3. Электромонтёры Э1 и Э2 изготавливают секции троллеи (шинопроводов), см. рис. 1а, 1б и проводят их вдоль бетонируемой захватки:

Электромонтёр Э1 производит разделку концов жил кабеля, подсоединяет его к трансформаторной подстанции КТП ТО-80/86;

Электромонтёр Э2 расставляет инвентарные секции шинопроводов вдоль захватки, соединяет их между собой;

4. После подсоединения кабеля электромонтер Э1 разряда подсоединяет секции магистральной троллеи (шинопровода) к трансформаторной подстанции, проводит ее заземление и опробывает работу трансформаторной подстанции на холостом ходу

5. Рабочие Б1 и Б2 очищают от мусора, снега, наледи и устанавливают в рабочее положение опалубку и арматуру, подготавливают электроды. Снимать наледь с опалубки арматуры с помощью пара или горячей воды не допускается. При температуре воздуха ниже -10 °С арматуру диаметром более 25 мм, а также арматуру прокатных профилей и крупные металлические закладные детали следует отогревать до положительной температуры. Все выступающие закладные части и выпуски должны быть утеплены;

6. Сразу же после укладки бетонной смеси в опалубку производят укрытие открытых поверхностей бетона гидроизоляцией (полиэтиленовая пленка) и теплоизоляцией (брезентовые утепленные полога, минераловатные плиты, этафом) и устраивают температурные скважины в теле бетона с помощью трубки ПВХ, заглушенной в нижней части, см. рис. 4.

Состояние оснований, на которые укладывают бетонную смесь, а также способ укладки должны исключать возможность деформации основания и замерзания бетона в контакте с основанием до приобретения им требуемой прочности;

Укладку бетонной смеси производят непрерывно, без перепадов, средствами, обеспечивающими минимальное охлаждение смеси при ее подаче;

Температура бетонной смеси, уложенной в опалубку, должна быть не ниже +5 °С.

7. Затем через слои гидро- и теплоизоляции в бетонную смесь электромонтёры Э1 и Э2 забивают электроды согласно схемы, см. рис.7.

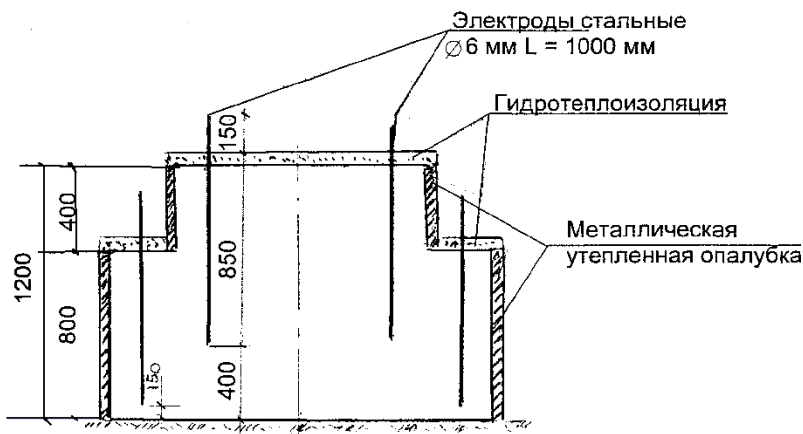
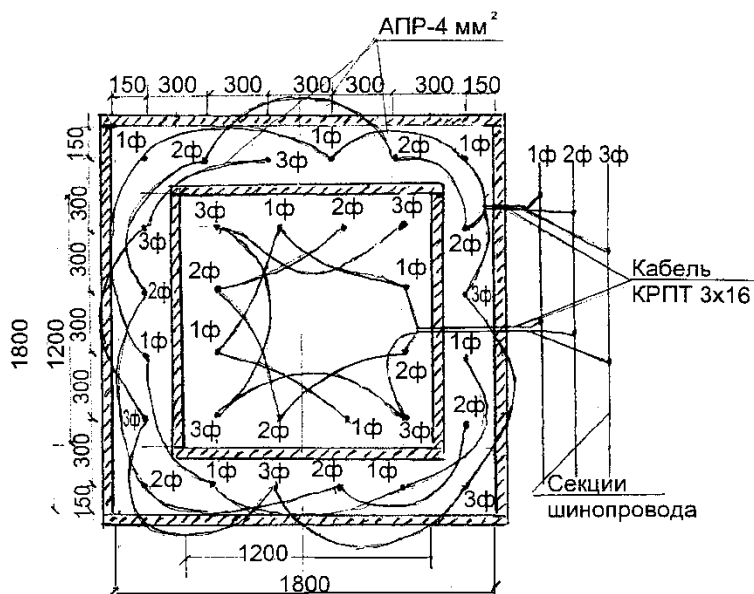


Рис. 7. Схема подключения электродов к шинпроводам

В качестве электродов приняты стальные стержни диаметром 6 мм, длиной 1000 мм. Электроды устанавливают таким образом, чтобы их концы выступали из бетона на 10 - 20 см. Расстояние между электродами принимают в зависимости от температуры наружного воздуха и принятого напряжения, см. табл. 2.

Электрические параметры электродного прогрева

Таблица 2

Температура наружного воздуха, °С	Напряжение питания, В	Расстояние между электродами, см	Удельная мощность, кВт/м <sup>3</sup>
1	2	3	4
-5	55	20	2,5
	65	30	
	75	50	
-10	55	10	3,0
	65	25	
	75	40	
-15	85	50	3,5
	65	15	
	75	30	
	85	45	
-20	95	55	4,5
	75	20	
	85	30	
	95	40	

8. Затем электромонтёры Э1 и Э2 производят коммутацию электродов между собой и подключают их к секциям троллеи (шинпроводам), см. рис. 7. и подключают троллеи к питающей сети, см. рис. 8.

9. Перед подачей напряжения на электроды Э1 и Э2 проверяют правильность их установки и подключения, качество контактов, расположение температурных скважин

или установленных термодатчиков, правильность укладки утеплителя.

Подают напряжение на электроды в соответствии с электрическими параметрами (таблица 2).

10. Сразу после подачи напряжения электромонтёр Э1 повторно проверяет все контакты, устраняет причину короткого замыкания, если оно произошло.

При необходимости отключения стержневого электрода Э1 и Э2 рядом устанавливают новый и подключают его.

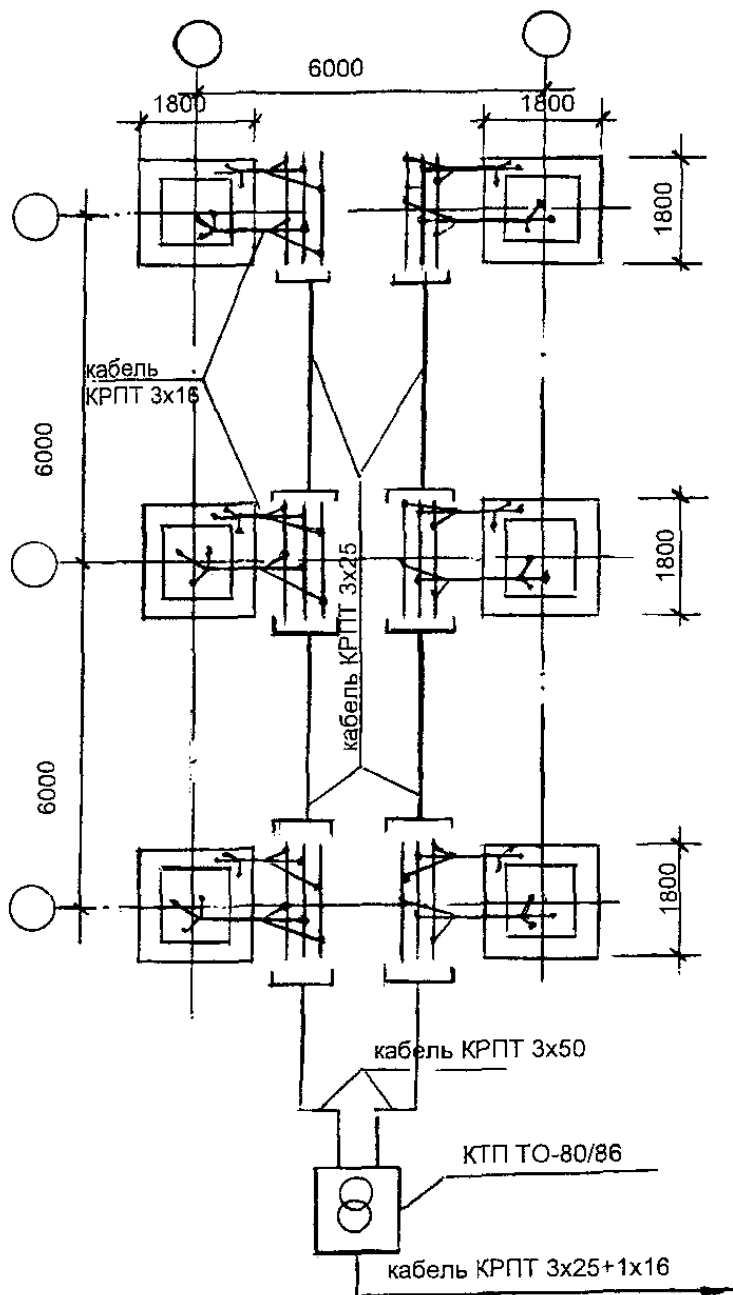


Рис. 8. Схема подключения шинопроводов к питающей сети

Прогрев бетонной смеси осуществляют в соответствии с нижеприведенным графиком при скорости подъема температуры - 6 °С/час.

Во время разогрева температуры бетона контролируется не реже чем через 1 час.



В период подъема температуры, на стадии изотермического прогрева, а также после каждого переключения напряжения необходимо следить за показаниями измерительных приборов, состоянием контактов и отпаек.

Скорость разогрева бетона регулируется повышением или понижением напряжения на низкой стороне трансформатора.

При изменении температуры наружного воздуха в процессе прогрева выше или ниже расчетной соответственно понижают или повышают напряжение на низкой стороне трансформатора.

Прогрев осуществляется на пониженном напряжении 55 - 95 В.

Набор прочности бетона при различных температурах его выдерживания определяется графиком, см. рис. 9 а, б, в, г.



Рис. 9 графики набора прочности бетоном при различных температурах его выдерживания

а, в — для бетона класса В25 на портландцементе активностью 400 – 500; б, г — для бетона класса В25 на шлакопортландцементе активностью 300 – 400.

Скорость остывания бетона по окончании тепловой обработки для конструкций с модулем поверхности  $M_p = 5 - 10$  и  $M_p > 10$  — не более соответственно  $5^\circ\text{C}$  и  $10^\circ\text{C}$  в час. Температуру наружного воздуха замеряют один-два раза в сутки, результаты замеров фиксируются в журнале.

Не реже двух раз в смену, а в первые три часа с начала прогрева бетона через каждый час, измеряют силу тока и напряжение в питающей цепи. Визуально проверяют отсутствие искрения в местах электрических соединений.

Прочность бетона обычно проверяют по фактическому температурному режиму. После распалубливания прочность бетона, имеющего положительную температуру,



Мп	Температура наружного воздуха $t_{нв}$ , °С	Конструкции	Температурные условия укладки бетонной смеси					
			с температурой укладываемой бетонной смеси $t_{б.н.} = 25 - 30$ °С			с температурой укладываемой бетонной смеси $t_{б.н.} = 50$ °С		
			способ выдерживания бетона	цемент	марка цемента	способ выдерживания бетона	цемент	марка цемента
1	2	3	4	5	6	7	8	9
До 3	До -20	Массивные фундаменты	Без добавок	шлакопортландцемент	300 – 400 300	Без добавок	Портландцемент	300 – 400 300
	От -21 до -30	То же	С добавками – ускорителями твердения	Портландцемент	400 500	То же	Портландцемент	400 – 500 400
4 – 5	До -20	Фундаменты, массивные плиты и стены толщиной 40 – 50 см, балки высотой 70 см	То же	То же	400 500	То же	То же	400 300
6 – 8	До -20	Фундаменты, колонны сечением 50 – 70 см и балки высотой 50 – 70 см, стены и плиты толщиной 25 – 30 см	То же	То же	500 – 600	С добавками – ускорителями твердения	То же	400 – 500
6 – 8	От -21 до -30	То же	То же	То же	600	С добавками – ускорителями твердения	То же	500 – 600
8 – 12	До -20	Рамные конструкции, колонны сечением 30 – 40 см, плиты и стены толщиной 20 – 25 см, балки высотой 30 – 40 см, покрытие дорог	В сочетании с греющей опалубкой	То же	500 – 600	С добавками – ускорителями твердения и нитритом натрия	То же	500 – 600
	От -21 до -30		Не рекомендуется	-	-	В сочетании с греющей опалубкой	То же	500 – 600

Наибольшим экзотермическим тепловыделением обладают высокомарочные и быстротвердеющие портландцементы. Экзотермия бетона обеспечивает существенный вклад в теплосодержание конструкции, выдерживаемой методом «термоса».

Поэтому при применении метода «термоса» рекомендуется применять бетонную смесь на высокоэкзотермических портландцементах и быстротвердеющих цементах, укладывать с повышенной начальной температурой и тщательно утеплять.

Применение противоморозных добавок в бетоне (поташ, криопласт и др.) в незначительных количествах (до 2% от массы цемента) ускоряют процесс твердения в начальный период выдерживания бетона, а также понижают температуру замерзания до  $-3^{\circ}\text{C}$ , увеличивая тем самым продолжительность остывания бетона.

Настоящей технологической картой предусматривается следующий порядок производства работ:

#### Подготовительные работы:

- устройство сигнализации и освещения;
- очистка основания от грязи, снега, наледи;
- очистка арматуры от грязи, снега, наледи;
- подготовка утеплителя;
- подогрев основания (грунт, арматура диаметром более 25мм, закладных деталей) тепловентиляторами.

#### Бетонные работы:



- укладка бетонной смеси в конструкцию;
- укрытие неопалубленных поверхностей конструкции утеплителем;
- устройство температурных швов;
- выдерживание бетона, уход за бетоном, замеры температуры в бетоне.

#### Распалубка:

- снятие утеплителя, очистка его от снега;
- распалубка.

Профессиональный состав звена

Работы выполняются последовательным методом звеном рабочих из 2-х человек с учетом совмещения следующих профессий:

- Плотник-бетонщик 4р – 2чел (далее по тексту Б1, Б2);
- плотник-бетонщик 3р – 1чел (далее по тексту Б3).

При этом все рабочие должны иметь навыки укладки арматурных изделий и вязки стыков арматуры.

При отсутствии указанных выше специальностей и квалификации у рабочих, до начала производства работ необходимо провести их обучение и аттестацию.

Состав и последовательность работ:

До начала производства работ рабочие Б1 и Б2 подготавливают и размещают в зоне работ необходимую оснастку и инструмент, проверяют их исправность. Проверяют наличие освещения для работы в вечернее и ночное время. Подготавливают пароизоляцию (п/э плёнка) и утеплитель (минераловатные плиты, пенопластовые плиты, этафом, утеплённые брезентовые полога).

Если есть необходимость, Б3 очищает опалубку и арматуру от снега и наледи струей горячего воздуха. Не допускается снимать наледь паром или горячей водой. Арматура диаметром более 25 мм, а также арматура из жестких прокатных профилей и крупные закладные детали, при температуре наружного воздуха ниже  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  отогреваются до положительной температуры. Грунт основания отогревается тепловентиляторами. Отогревание основания и соприкасающихся элементов конструкции выполняется в тепляках (из брезента, фанеры и т.п.), см. п. 3.4.

Во избежание попадания снега в конструкцию после установки опалубки и укладки арматуры рекомендуется укрыть конструкцию пологами. Полога убираются непосредственно перед бетонированием конструкции.

Допустимое время нахождения бетонной смеси в пути от момента выгрузки из бетоносмесителя до начала укладки в конструкцию, устанавливается строительной лабораторией в зависимости от вида цемента, состояния погоды и начальной температуры бетонной смеси. Допустимое время, исходя из условий удобоукладываемости, не должно превышать:

- 30 мин при температуре смеси  $t_{б.с.} = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$
- 45 мин при температуре смеси  $t_{б.с.} = 20 - 30\text{ }^{\circ}\text{C}$
- 120 мин при температуре смеси  $t_{б.с.} = 5 - 10\text{ }^{\circ}\text{C}$

Укладка бетонной смеси послойно в конструкцию производится темпами, не допускающими время перекрытия каждого слоя более 2,5 – 3 ч. Предварительно допустимая продолжительность перекрытия слоев должна назначаться строительной лабораторией. Рабочий Б2 производит уплотнение бетонной смеси глубинным вибратором. Продолжительность вибрирования Рлаживаемой бетонной смеси должна быть увеличена не менее чем на 25% по сравнению с летними условиями.

При цементах с началом схватывания не менее 1 ч 30 мин допустимая продолжительность перекрытия слоев бетонной смеси назначается расчетными данными, см. табл. 4.

Величина снижения температуры бетонной смеси за время ее укладки и уплотнения приводится в зависимости от толщины, высоты бетонированной конструкции и длительности укладки и уплотнителя смеси, см. табл. 5

Таблица 4

Наименование конструкции, мм	Длительность укладки и уплотнения, мин.			
	1	5	10	15
Плиты и стены толщиной:				
100	0,018	0,9	0,18	0,27
150	0,012	0,06	0,12	0,18
200	0,009	0,045	0,09	0,14
250	0,008	0,4	0,08	0,12
300	0,007	0,035	0,07	0,11
400	0,005	0,025	0,05	0,08
500	0,004	0,02	0,04	0,06
Балки высотой:				
250	0,008	0,04	0,08	0,12
300	0,007	0,035	0,07	0,11
400	0,005	0,025	0,05	0,08
500	0,003	0,015	0,03	0,04
600	0,003	0,015	0,03	0,05
700	0,003	0,015	0,03	0,05

Допустимая продолжительность перекрытия слоев укладываемой бетонной смеси в конструкцию

Таблица 5

Температура бетонной смеси, °С	Предельно допустимый возраст бетонной смеси к началу ее укладки	Предельно допустимая продолжительность укладки слоя
5 – 10	1 ч. 30 мин.	3 часа
10 – 25	1 ч. 15 мин.	2 часа 30 мин.
15 – 20	45 мин.	2 часа 15 мин.

Примечание: В таблице приведены данные для бетонных смесейготавливаемых с добавками в количестве 0,2 % массы цемента.

Перепад температуры между открытой поверхностью бетонизируемой конструкции и наружным воздухом для предотвращения появления трещин в конструкциях не должен превышать:

20 °С для монолитных конструкций с  $M_{п} < 5$

30 °С для монолитных конструкций с  $M_{п} 5$ .

Сразу после укладки бетона в конструкцию, рабочие Б1 и Б2 выполняют укрытие открытых неопалубленных поверхностей п/э плёнкой, поверх плёнки укладывают брезентовые утеплённые полога (пенопласт, минераловатные плиты, этафом) и устраивают температурные скважины в теле бетона с помощью трубки ПВХ, заглушенной в нижней части, см. рис. 4.

Требуемое количество скважин составляет 55шт на 100м<sup>3</sup> уложенного бетона или 1 скважина на 2-3м<sup>2</sup>. Скважины должны быть расположены равномерно по всей длине на одинаковом расстоянии друг от друга

Основными параметрами термосного выдерживания монолитных конструкций являются марка цемента, его расход на 1 м<sup>3</sup> бетона, класс бетона и его начальная температура, температура наружного воздуха, модуль поверхности, коэффициент теплопередачи опалубки, продолжительность остывания бетона (таблицы 6 и 7).

Прочность бетона в конструкции в % от  $R_{28}$  определяется по результатам измерения температуры твердеющего бетона. Набор прочности бетона определяется по графикам, представленным на рис. 11, 12.

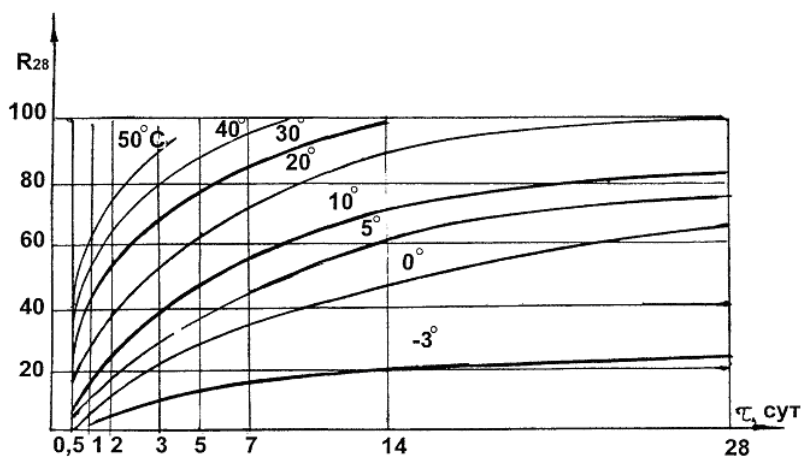


Рис. 11. График нарастания прочности бетона класса В15, В25 на портландцементе марки 400

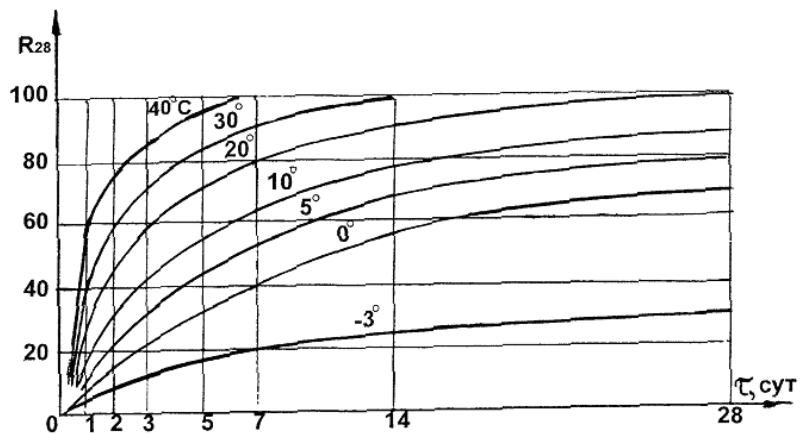


Рис. 12. График нарастания прочности бетона класса В35 на портландцементе марки 500

График нарастания прочности бетона при различных температурах подготавливается строительной лабораторией в процессе подбора состава бетона. При определении прочности бетона по кривым нарастания прочности рассчитывается средняя температура бетона для интервала времени, перепад температур в котором не превышает 10 °С.

Основные параметры термосного выдерживания монолитных конструкций

Конечная прочность бетона 40 % от R<sub>28</sub>

Класс бетона, марка цемента	Расход цемента, кг/м <sup>3</sup>	Начальная температура бетона, °С	Темпера тура наружного воздуха, °С	Продолжительность остывания, ч	Кoeffициент теплопередачи «К» Вт/м <sup>2</sup> °С при модуле поверхности				
					2	4	6	8	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
В15 М-300 портландцемент	250	10	-5	170	5	2,5	1,67	1,25	
			-5	125	7,5	3,75	2,5	1,87	
		20	-10	110	5	2,5	1,67	1,25	
			-15	103	4,4	2,3	1,47	1,1	
			-20	97	3,8	1,9	1,27	0,95	
			-5	108	9,25	4,62	3,08	2,31	
	30	-10	96	7	3,50	2,33	1,75		
		-15	90	6,25	3,12	2,08	1,56		
		-20	84	5,51	2,75	1,84	1,38		
	450	10	-5	125	6	3	2	1,5	
			-10	120	3,5	1,75	1,17	0,87	
		20	-5	95	8,8	4,4	2,93	2,2	
			-10	85	6,5	3,25	2,17	1,62	
			-15	81	5,55	2,77	1,85	1,38	
			-20	77	4,6	2,3	1,53	1,15	
		30	-5	83	11,1	5,55	3,7	2,77	
			-10	74	8,25	4,12	2,75	2,06	
			-15	69	7,47	3,73	2,49	1,82	
-20			65	6,7	3,35	2,23	1,67		
В25 М-400 портландцемент		200	10	-5	115	8	4	2,67	2
				-10	112	5,5	2,75	1,83	1,37
	20		-5	86	10	5	3,3	2,5	
			-10	81	7,5	3,75	2,5	1,87	
В25 М-400 портландцемент	200	30	-15	78	6,25	3,12	2,08	1,56	
			-20	76	5	2,5	1,67	1,25	
			-5	73	13,7	6,85	4,57	3,42	
			-10	67	10,7	5,35	3,57	2,60	
В25 М-400 портландцемент	400	10	-15	65	9,2	4,61	3,07	2,30	
			-20	62	7,75	3,87	2,58	1,94	
		20	-5	100	8,8	4,4	2,93	2,2	
			-10	98	6	3	2	1,5	
			-5	80	11	5,5	3,65	2,75	
			-10	75	7,5	3,75	2,5	1,61	
	30	-15	72	6,7	3,55	2,23	1,54		
		-20	70	5,9	2,95	1,97	1,47		
		-5	63	16	8	5,33	4,0		
		-10	58	12,70	6,35	4,23	3,17		
	В35 М-500 портландцемент	450	10	-15	56	11,4	5,60	3,73	2,79
				-20	54	9,7	4,85	3,23	2,42
20			-5	90	9,8	4,9	3,27	2,45	
			-10	89	6	3	2	1,5	
			-5	70	13	6,5	4,33	3,25	
			-10	69	8,5	4,25	2,83	2,12	
30		-15	68	7,5	3,75	2,50	1,87		
		-20	67	6,5	3,25	2,17	1,62		
		-5	58	18,7	9,35	6,23	4,67		
		-10	53	13,7	6,85	4,57	3,42		
				-15	48	12,2	6,10	4,07	3,04
				-20	44	10,7	5,35	3,57	2,67

Класс бетона, марка цемента	Расход цемента, кг/м <sup>3</sup>	Начальная температура бетона, °С	Темпера тура наружного воздуха, °С	Продолжительность остывания, ч	Кoeffициент теплопередачи «К» Вт/м <sup>2</sup> °С при модуле поверхности				
					2	4	6	8	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
В15 М-300 портландцемент	250	10	-5	235	3,5	1,75	1,17	0,87	
			-5	160	6	3	2	1,5	
		20	-10	145	4,1	2,05	1,37	1,02	
			-15	137	3,65	1,77	1,18	0,88	
			-20	130	3	1,5	1,0	0,75	
В15 М-300 портландцемент	250	30	-5	143	7	3,5	2,67	1,75	
			-10	127	5,56	2,78	1,85	1,39	
			-15	118	4,84	2,42	1,61	1,21	
		-20	110	4,12	2,06	1,37	1,03		
		450	10	-5	180	4,5	2,25	1,50	1,12
				-10	170	3,3	1,65	1,10	0,85
	20		-5	125	7,2	3,6	2,4	1,80	
			-10	114	5	2,5	1,67	1,25	
			-15	108	4,25	2,12	1,42	1,06	
			-20	103	3,5	1,75	1,17	0,87	
	30	-5	97	8,45	4,23	2,82	2,21		
		-10	94	6,75	3,37	2,25	1,69		
-15		92	5,95	2,97	1,98	1,49			
-20		90	5,15	2,57	1,72	1,29			
В25 М-400 портландцемент	200	10	-5	180	6,25	3,12	2,08	1,56	
			-10	170	3,70	1,85	1,23	0,92	
		20	-5	145	7,5	3,75	2,5	1,87	
			-10	135	5	2,50	1,67	1,25	
			-15	130	4,3	2,15	1,43	1,07	
			-20	125	3,6	1,80	1,20	0,9	
	30	-5	118	9,75	4,87	3,25	2,44		
		-10	170	8,37	4,18	2,79	2,08		
		-15	101	7,69	3,84	2,56	1,96		
		-20	96	7	3,50	2,33	1,75		
	В25 М-400 портландцемент	400	10	-5	125	7,5	3,75	2,5	1,87
				-10	123	5,5	2,75	1,83	1,37
20			-5	105	9	4,5	3	2,25	
			-10	100	7	3,5	2,33	1,75	
			-15	88	6	3	2	1,5	
			-20	87	5	2,5	1,67	1,25	
30		-5	91	12,25	6,12	4,08	3,06		
		-10	82	10	5	3,33	2,5		
		-15	78	8,9	4,4	2,96	2,2		
		-20	74	7,75	3,90	2,60	1,93		
В35 М-500 портландцемент		450	10	-5	125	8	4	2,67	2
				-10	102	6,15	3,07	2,07	1,54
	20		-5	92	10,1	5	3,37	2,52	
			-10	91	7,5	3,75	2,5	1,87	
			-15	90	6,2	3,1	2,06	1,49	
			-20	90	4,9	2,45	1,63	1,22	
	30	-5	81	14	7,02	4,68	3,5		
		-10	76	11	5,5	3,67	2,75		
		-15	74	9,4	4,73	3,16	2,25		
		-20	71	7,9	3,97	2,65	1,74		

Класс бетона, марка цемента	Расход цемента, кг/м <sup>3</sup>	Начальная температура бетона, °С	Темпера тура наружного воздуха, °С	Продолжительность остывания, ч	Коэффициент теплопередачи «К» Вт/м <sup>2</sup> °С при модуле поверхности			
					2	4	6	8
1	2	3	4	5	6	7	8	9
В15 М-300 портландцемент	250	20	-5	310	2,9	1,45	0,97	0,72
		30	-5	295	3,3	1,65	1,1	0,82
	450	20	-5	250	3,6	1,8	1,2	0,9
		30	-5	225	3,9	1,95	1,3	0,97
			-10	198	2,9	1,45	0,97	0,72
В25 М-400 портландцемент	200	10	-5	350	3,2	1,6	1,07	1,80
		20	-5	250	4	2	1,33	1
		30	-5	215	5,12	2,51	1,71	1,23
			-10	210	3,85	1,92	1,28	0,96
	400	10	-5	280	4,25	2,12	1,42	1,06
		20	-5	240	5	2,5	1,66	1,25
		30	-5	188	8	4	2,67	2
			-10	160	5	2,5	1,67	1,25
В35 М500 портландцемент	450	10	-5	225	4,8	2,4	1,6	1,2
			-10	220	3,1	1,55	1,03	0,77
		20	-5	200	6	3	2	1,5
			-10	150	4,2	2,1	1,4	1,05
		30	-5	168	7,5	3,75	2,5	1,87
			-10	158	5,85	2,92	1,95	1,46

Основные параметры термического выдерживания бетона

Портландцемент 400, конечная прочность 40 % от R<sub>28</sub>

(при предварительном электроразогреве)

Модуль поверхности м	Марка бетона	Расход цемента, кг/м <sup>3</sup>	Начальная температура бетона 50 °С					
			Температура среды, °С					
			0		-10		-20	
2	В15	226	26,31	19,23	45,45	12,35	8,77	7,30
			5	9	5	5	5	5
			59	43	63	46	41	39
		400	35,71	29,41	23,26	23,26	12,82	9,71
			6	8	12	5	5	5
			56	43	37	44	38	35
	В25	300	34,48	27,78	21,74	14,49	10,53	8,26
			5	7	15	5	5	5
			58	49	45	45	39	37
		500	38,46	23,26	-	19,61	12,90	10,53
			6	15	-	5	8	5
			56	32	-	43	37	34
4	В15	226	12,82	11,63	10,10	8,06	6,21	5,05
			6	9	13	5	5	5
			46	35	31	37	35	34
		400	16,67	14,28	-	9,80	8,26	6,71
			8	11	-	5	5	5
			44	33	-	35	32	31
	В25	300	14,08	-	11,11	9,43	7,25	5,46
			8	-	16	5	5	5
			45	-	28	36	33,5	32
		500	23,26	-	-	12,05	8,93	7,75
			5	-	-	5	10	5
			43	-	-	35	31,05	30,5
10	В15	226	5,23	3,87	3,23	3,48	2,91	2,47
			53	21	30	5	5	5
			36	19	16	29	28	27
		400	6,45	5,56	4,85	4,52	3,66	3,28
			5	17	28	5	5	5
			33	21	15	26,5	25,5	24,5
	В25	300	6,13	5,29	4,50	4,31	3,42	2,82
			5	11	25	5	5	5
			34	26	17	28	26	25,5
		500	7,57	-	-	4,76	3,95	3,76
			5	-	-	5	5	5
			32	-	-	25	24,5	24

Примечание:

В таблицах для каждого расхода цемента приведены значения трех параметров: верхняя строка – коэффициент теплопередачи опалубки, Вт/м<sup>2</sup>, °С; средняя строка – температура окончания выдерживания бетона, °С; нижняя – время выдерживания, ч.

Модуль поверхности м <sup>-1</sup>	Марка бетона	Расход цемента кг/м <sup>3</sup>	Начальная температура бетона 50 °C				
			Температура среды, °C				
			0	-10	-20	-30	
2	B15	226	9,17 5 139	5,05 5 120	3,87 5 111	3,14 5 106	
		400	11,63 8 126	8,19 5 98	6,80 5 80	5,68 5 74	
	B25	300	11,36 5 132	6,85 5 102	5,05 5 95	4,65 5 79	
		500	14,29 5 124	9,71 5 92	7,75 5 77	6,45 5 70	
	4	B15	226	5,08 5 100	3,70 5 80	2,98 5 73	2,48 5 71
			400	2,75 5 84	5,43 5 67	4,31 5 63	3,41 5 61
B25		300	5,52 5 90	4,85 5 73	3,55 5 67	2,91 5 65	
		500	8,40 5 82	6,21 5 63	5,29 5 57	4,31 5 55	
10		B15	226	2,31 5 84	1,67 5 74	1,32 5 64	1,15 5 60
			400	3,23 5 71	2,33 5 58	1,93 5 52	1,69 5 50
	B25	300	2,58 5 77	2 5 64	1,61 5 58	1,37 5 56	
		500	3,52 5 62	2,70 5 52	2,38 5 46	2,04 5 45	



Модуль поверхности м <sup>-1</sup>	Марка бетона	Расход цемента кг/м <sup>3</sup>	Начальная температура бетона 50 °С			
			Температура среды, °С			
			0	-10	-20	-30
2	В15	226	3,57 5 334	2,08 5 282	1,72 5 258	1,45 5 238
		400	4,55 5 284	2,78 5 212	2,17 5 195	1,78 5 180
	В25	300	4,17 5 306	2,44 5 257	2,04 5 237	1,72 5 216
		500	2,26 5 256	3,12 5 198	2,38 5 178	2,08 5 170
4	В15	226	1,54 5 290	1,31 5 242	1,0 5 230	0,85 5 228
		400	1,82 5 228	1,51 5 190	1,23 5 178	1,01 5 173
	В25	300	1,69 5 280	1,47 5 216	1,14 5 196	0,94 5 190
		500	1,85 5 220	1,59 5 178	1,28 5 164	1,06 5 159
10	В15	226	0,39 5 320	0,32 5 260	0,28 5 240	0,24 5 230
		400	0,54 5 235	0,59 5 190	0,55 5 175	0,39 5 220
	В25	300	0,53 5 270	0,45 5 210	0,38 5 194	0,32 5 183
		500	0,95 5 214	0,67 5 177	0,59 5 165	0,48 5 155

Портландцемент 500, конечная прочность 40 % от R<sub>28</sub>

Модуль поверхности м <sup>-1</sup>	Марка бетона	Расход цемента кг/м <sup>3</sup>	Начальная температура бетона 50 °С							
			Температура среды, °С							
			0		-10		-20		-30	
2	В35	450	43,48	38,46	30,30	21,74	20,83	15,38	12,19	
			5	6	7	5	6	5	5	
			65	55	51	43	41	35	31	
4	В35	450	23,25	19,61	16,13	16,39	14,49	11,76	8,69	
			5	6	18	5	12	5	5	
			43	12	21	35	24	30	27	
6	В35	450	15,15	14,08	12,99	10,52	10,10	8,40	7,30	
			5	11	15	11	12	5	5	
			33	23	21	65	21	24	22	
10	В35	450	9,43	9,09	8,85	6,33	-	5,41	3,95	
			5	6	9	5	-	5	5	
			26	24	22	23	-	21	18	

Портландцемент 500, конечная прочность 70 % от R<sub>28</sub>

Модуль поверхности м <sup>-1</sup>	Марка бетона	Расход цемента кг/м <sup>3</sup>	Начальная температура бетона 50 °С			
			Температура среды, °С			
			0	-10	-20	-30
2	В35	450	17,86	10,87	9,43	7,63
			5	5	5	5
			120	88	75	73
4	В35	450	10,53	7,69	5,81	4,85
			5	5	5	5
			69	59	52	51
6	В35	450	6,45	5,29	4,15	3,46
			5	5	5	5
			61	53	47	45
10	В35	450	3,91	3,05	2,58	2,17
			5	5	5	5
			58	48	44	42

Портландцемент 500, конечная прочность 100 % от R<sub>28</sub>

Модуль поверхности м <sup>-1</sup>	Марка бетона	Расход цемента кг/м <sup>3</sup>	Начальная температура бетона 50 °С			
			Температура среды, °С			
			0	-10	-20	-30
2	В35	450	5,88	4,59	4,17	3,29
			5	5	5	5
			210	190	180	175
4	В35	450	3,29	2,38	2,23	1,92
			5	5	5	5
			184	161	152	142
6	В35	450	1,80	1,55	1,31	1,18
			5	5	5	5
			176	156	147	138
10	В35	450	1,45	1,11	0,88	0,74
			5	5	5	5
			167	154	143	134

На завершающем этапе рабочие Б1 и Б2 производят снятие утеплителя, его очистку, складирование и транспортирование на следующую захватку.

Далее они производят распалубку и очистку поверхности бетона от утеплителей производить после охлаждения его до +5<sup>0</sup>С.

В целях ускорения твердения бетонной смеси и сокращения продолжительности термообработки бетона при производстве работ рекомендуется применение химических добавок (криопласт, поташ).

**Примечание:** Противоморозную добавку вводят при приготовлении бетонной смеси на заводе-изготовителе. В случае отсутствия противоморозной добавки в бетонной смеси, поставленной на участок, допускается добавить противоморозную добавку, перед укладкой бетонной смеси в миксер и перемешать в течение 10-15 минут.

При снятии с бетонируемых конструкций опалубки или теплоизоляции соблюдаются следующие требования:

- не допускается распалубливание или снятие теплоизоляции с конструкции, если температура бетона в ее центре продолжает повышаться;

- опалубка или тепловая изоляция конструкции снимается, когда температура бетона в наружных слоях конструкции достигает +5 °С и не позже, чем слои остынут до 0 °С. Не допускается примерзание опалубки, гидро- и теплоизоляции к бетону;

- распалубка и снятие теплозащиты с монолитных массивных конструкций с Мп 2 допускается при перепаде температур между центром конструкции и средней температурой наружного воздуха (в ближайшие 10 дней после распалубки) не более 30 °С при оптимальной теплоизоляции и 27° С при теплоизоляции выше оптимальной.

Пример определения модуля поверхности «Мп» некоторых конструкций

Модуль поверхности определяется отношением суммы площадей охлаждаемых поверхностей конструкции F к ее объему V:

а) для колонн и балок прямоугольного сечения со сторонами b<sub>1</sub> и b<sub>2</sub> м:

$$M_{п} = \frac{2}{b_1} + \frac{2}{b_2};$$

б) для колонн и балок квадратного сечения со стороной

$$M_{п} = \frac{4}{b};$$

в) для куба

$$M_{п} = \frac{6}{b};$$

г) для параллелепипеда (со сторонами a, b, c):

отдельностоящего

$$M_{п} = \frac{2}{a} + \frac{2}{b} + \frac{2}{c};$$

примыкающего к массиву

$$M_{п} = \frac{2}{a} + \frac{2}{b} + \frac{2}{c};$$

д) для плит и стен толщиной «а»

$$M_{п} = \frac{2}{a};$$

е) для сплошного цилиндра с диаметром d и высотой h, м

$$M_{п} = \frac{4}{d} + \frac{2}{h};$$

ж) для цилиндрической оболочки

$$M_{п} = \frac{2}{b_1 m} + \frac{2}{h m};$$

где  $b_1$  – наибольшая толщина стенки, м;

$m$  – коэффициент, учитывающий заделку торцов оболочек пробками.

Для цилиндрических оболочек без заделки торцов  $m = 1$ , с пробкой на одном торце  $m = 1,5$  и пробками на обоих торцах  $m = 2$ .

Пример определения прочности бетона при выдерживании методом «термос»

Исходные данные: монолитная железобетонная плита размерами  $a = 30000$  мм  $b = 20000$  мм и толщиной  $h = 500$  мм, бетонируется в зимнее время при температуре наружного воздуха  $t_{н.в.} = -10$  °С, укладывается на отогретое грунтовое основание, бетон марки 300 на портландцементе марки 400, скорость ветра  $V = 5$  м/с. Температура бетонной смеси сразу после выхода с завода  $t_{б.с.} = 35$  °С, температура бетона после транспортирования  $t_{тр} = 30$  °С, время укладки и уплотнения  $u = 10$  мин., расход цемента 200 кг на  $m^3$  бетона. Требуемая прочность к моменту замерзания бетона – 40 % от  $R_{28}$ .

Решение:

а) определяется модуль поверхности охлаждения:

$$M_{п} = \frac{2ab + 2ah + 2bh}{abh} = \frac{2 \times 30 \times 20 + 2 \times 30 \times 0,5 + 2 \times 20 \times 0,5}{30 \times 20 \times 0,5} = 4,1 \approx 4$$

б) по таблице 2 определяется начальная температура бетона (после Рладки и уплотнения)  $t_{н.б.}$  при  $h = 500$  мм,  $u = 10$  мин. И перепада температур  $t = 1$  °С, снижение температуры  $t_{10} = 0,04$  °С при заданном перепаде  $t = t_{тр} - t_{н.в.} = 30 - (-10) = 40$  °С

$$t_{40} = 0,04 \times 40 = 1,6 \text{ °С}$$

$$t_{нб} = 30 - 1,6 = 28,4 \text{ °С} \approx 28 \text{ °С}$$

в) по таблице 4 для бетона марки 300 на портландцементе марки 400 с расходом цемента 200 кг/м<sup>3</sup> при температуре наружного воздуха  $t_{н.в.} = -10$  °С  $M_{п} = 4$  и начальной температурой бетона  $t_{нб} = 28$  °С находящейся между значениями  $t_{нб} = 20$  °С и  $t_{нб} = 30$  °С методом интерполяции определяются:

$$\text{- продолжительность остывания } t_0 = (81 - 67) / 10 + 67 / 70 \text{ ч.}$$

$$\text{- коэффициент теплопередачи } K = 5,35 - (5,35 - 3,75) / 10 = 5,03 \text{ Вт/м}^2 \text{ °С}$$

г) по найденному коэффициенту «К» определяется конструкция опалубки.

Бетон марки класса В25

Режим остывания:

- 12 часов при 45 °С

- 3 часа при 50 °С

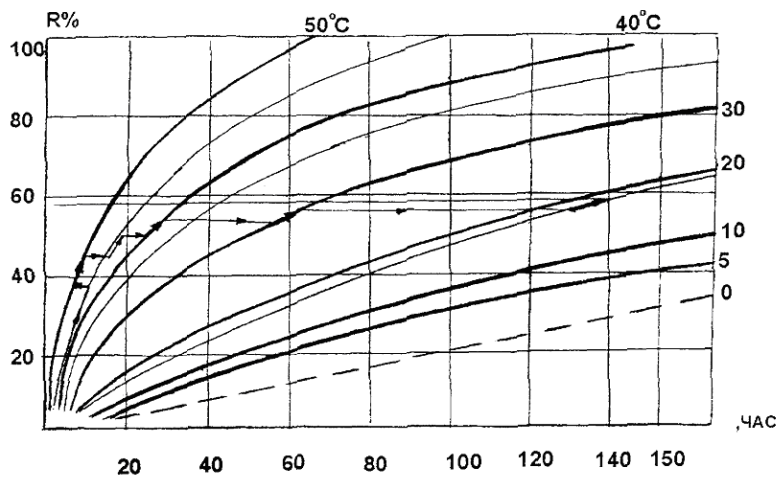
- 3 часа при 43 °С

- 6 часов при 35 °С

- 7 часов при 30 °С

- 14 часов при 18 °С

Отсчет прочности в % от  $R_{28}$  ведется по оси ординат по соответствующей температурной кривой (для данного интервала). Переход на последующие средние температуры твердения бетона осуществляется параллельно оси абсцисс. Отсчет времени производится путем суммирования его интервалов, соответствующих средним температурам.



Таким образом, соблюдение приведенного режима остывания позволят получить 58 %  $R_{28}$  прочности.

### 3.4 Выдерживание монолитных железобетонных конструкций методом обогрева теплогенераторами

Обогрев монолитных конструкций тепловыми пушками применяется при:

- отогреве замороженных бетонных и грунтовых оснований, арматуры, закладных металлических деталей и опалубки, удаление снега и наледи;
- интенсификации твердения бетона конструкций и сооружений, возводимых в скользкой, либо объемно-переставной опалубках, плит перекрытий и покрытий, вертикальных и наклонных конструкций, бетонируемых в металлической или конструктивной опалубках;
- предварительном отогреве зоны стыков сборных железобетонных конструкций и ускорение твердения бетона или раствора при заделке стыков;
- ускорения твердения бетона или раствора при укрупнительной сборке больших размеров железобетонных конструкций;
- создания тепловой защиты поверхностей, недоступных для утепления.

Настоящей технологической картой предусматривается следующий порядок производства работ:

- устройство ограждения рабочей зоны;
- устройство утепления и конструкции тепляка;
- подготовка конструкций к бетонированию;
- подготовка оборудования для прогрева бетона;
- устройство температурных скважин, выдерживание бетона;

Профессиональный состав звена

Подготовительные работы и работы по закладке нагревательного провода выполняются звеном рабочих из 2-х человек с учетом совмещения следующих профессий:

- Плотник-бетонщик 4р – 3чел (далее по тексту Б1, Б2, Б3);

Работы по подключению теплогенераторов выполняются отдельным специализированным звеном электромонтёров

- электромонтёр 5р – 1чел (далее по тексту Э1);
- электромонтёр 3р – 1чел (далее по тексту Э2).

При отсутствии указанных выше специальностей и квалификации у рабочих, до начала производства работ необходимо провести их обучение и аттестацию.

Состав и последовательность работ:

1. До начала производства работ рабочие Б1 и Б2 производят установку ограждения рабочей зоны, проводят сигнализацию и освещение. Затем, устанавливают опалубку, арматурные сетки и каркасы, предварительно очистив от мусора, снега и наледи;
2. Б1 и Б2 производят утепление по поверхности опалубки со стороны противоположной прогреву бетонной смеси, см. рис. 13. В качестве утеплителя использовать минераловатные плиты (этафом, пенопласт);

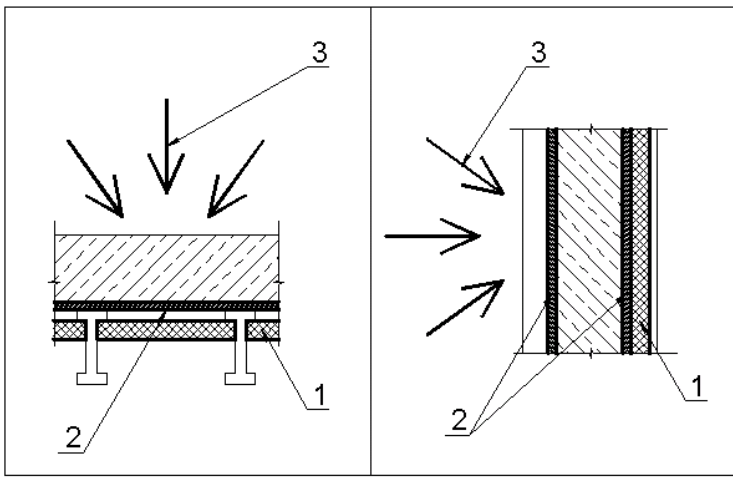


Рис. 13. Утепление опалубки. 1 – слой утеплителя, 2 – конструкция опалубки, 3 – направление теплообработки

3. Рабочий БЗ помещает в рабочей зоне противопожарный щит.
4. Б1 и Б2 устанавливают в рабочей зоне теплогенераторы и опробывают их работу. Подключением теплогенераторов к сети выполняется силами Э1 и Э2;
5. До начала обогрева в месте прогрева конструкции, рабочие Б1, Б2 и Б3 устраивают тепляк (деревянный каркас), открытые проемы завешиваются брезентом.
6. Перед бетонированием, конструкция опалубки и арматурный каркас прогреваются до положительной температуры.
7. Укладку бетонной смеси производят непрерывно, без перерывов, средствами, обеспечивающими минимальное охлаждение смеси при ее подаче. Температура бетонной смеси, уложенной в опалубку, не должна быть ниже плюс 15 °С;
8. Открытые поверхности укрывают сразу после укладки бетонной смеси в конструкцию гидроизоляционным материалом – п/э плёнкой;
9. В случае возникновения перерывов в бетонировании поверхность бетона укрывают и утепляют, а при необходимости обогревают.
10. Обогрев конструкций производится сразу после окончания бетонирования, см. рис. 15, 16.

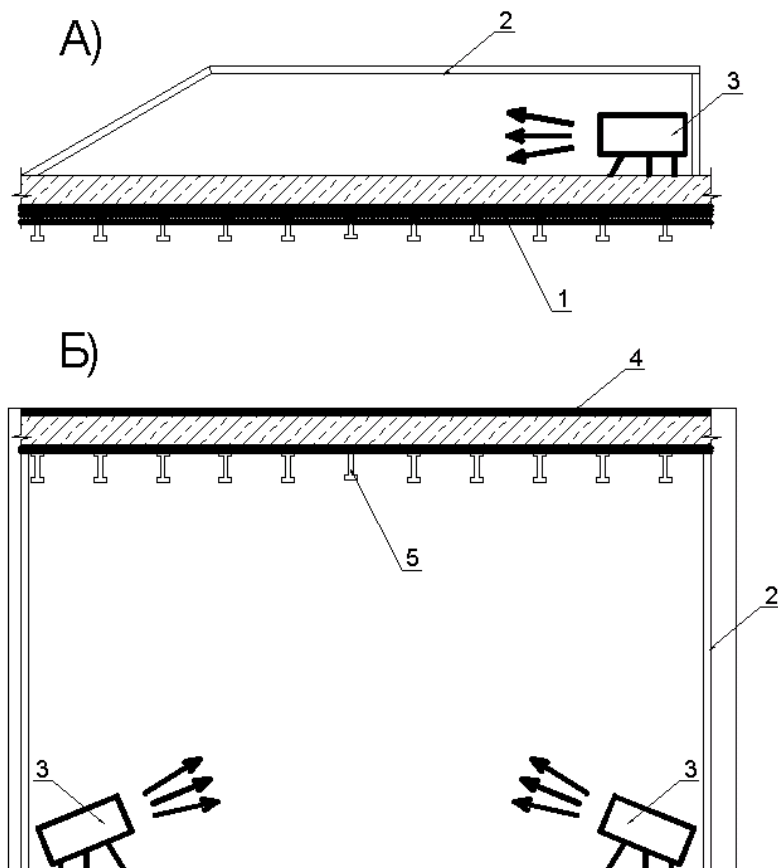


Рис. 15. Обогрев конструкции перекрытия. 1 – утеплённая опалубка перекрытия; 2 – конструкция тепляка (закрытая брезентом); 3 – тепловентилятор; 4 - утеплитель плиты

перекрытия; опалубка перекрытия неутеплённая

А) – обогрев перекрытия сверху, Б) – обогрев перекрытия снизу.

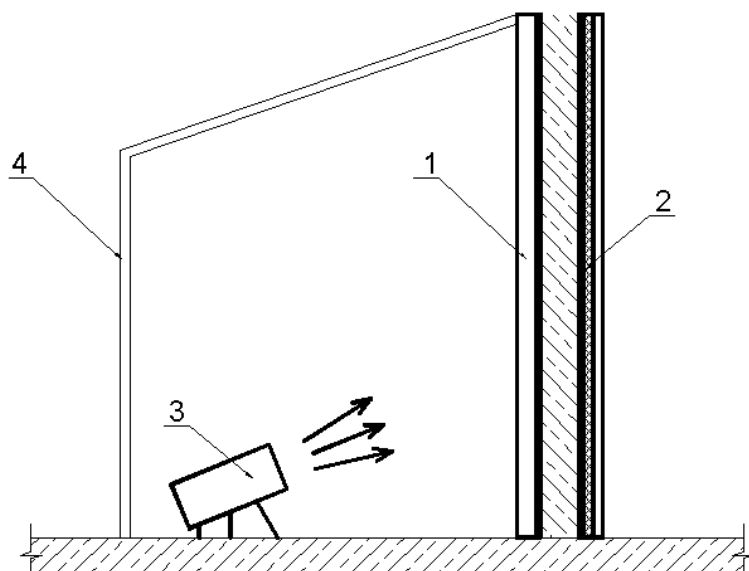


Рис. 16. Обогрев конструкции стен. 1 – неутеплённая опалубка стен; 2 – утеплённая опалубка стен; 3 – тепловентилятор; 4 - конструкция тепляка (закрытая брезентом).

11. Обогрев конструкции производится со скоростью разогрева  $2,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  в час в соответствии с графиком температурного режима, см. рис. 14, с учетом предварительного отогрева опалубки и арматуры в течении двух часов.

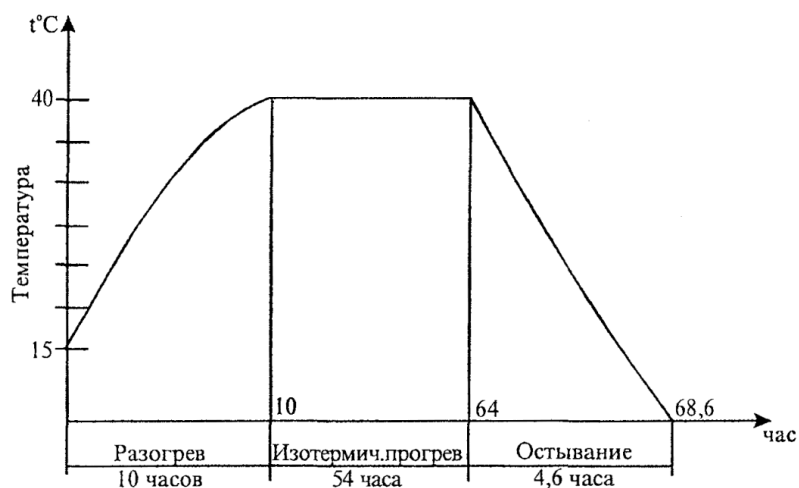


Рис. 14 - График температурного режима обогрева конструкций теплогенераторами

Прочность бетона проверяется по фактическому температурному режиму.

12. Отключение теплогенераторов и снятие опалубки производится только с разрешения руководителя по бетонным работам. Отключение теплогенераторов производится силами электротехнического персонала.

13. На завершающем этапе рабочие Б1 и Б2 производят снятие утеплителя, его очистку, складирование и транспортирование на следующую захватку. Далее они производят распалубку и очистку поверхности бетона от утеплителей производить после охлаждения его до  $+5^{\circ}\text{C}$ .

После распалубки прочность бетона, имеющего положительную температуру, рекомендуется определять с помощью молотка Кошкаррова, ультразвуковым способом или высверливанием и испытанием кернов.

В целях ускорения твердения бетонной смеси и сокращения продолжительности термообработки бетона при производстве работ рекомендуется применение химических добавок (криопласт, поташ).

Примечание: При выдерживании бетонной смеси другим способом (электрообогрев), при нарушении требований по электрообработке бетонной смеси (отключение электроэнергии, выход из строя трансформатора, перегорание прогревочных проводов и др.) также применяется метод обогрева тепловентиляторами. Состав и последовательность работ аналогичны:

- утепление опалубки;

- устройство тепляка;

- обогрев конструкции тепловентиляторами.

По окончании выдерживания бетона конструкции должны быть оформлены следующие документы:

- температурный лист с расчетом прогнозируемой прочности бетона;

- акт испытаний на прочность бетона контрольных образцов хранения в нормальных условиях и в условиях, которых выдерживалась конструкция;

- журнал бетонных работ (журнал производства работ) с указанием даты бетонирования, возводимых конструкций, их привязки, климатических условий, класса бетона, метода зимнего бетонирования, продолжительности выдерживания, заключения о фактической прочности, сделанного лабораторией, и решения об окончании выдерживания и распубликации конструкции с указанием даты и времени;

- акт на скрытые работы по бетонированию конструкций

4.2. Производственный контроль качества электрообогрева РМаюаяют прорабы и мастера с участием специалистов электротехнических служб строительных организаций.

4.3. Производственный контроль включает входной контроль электротехнического оборудования, эксплуатационных материалов и бетонной смеси, операционный контроль отдельных производственных операций и оценку соответствия качества монолитной конструкции требованиям проекта и нормативной документации.

4.4. При входном контроле электротехнического оборудования, эксплуатационных материалов и бетонной смеси проверяют внешним осмотром их соответствие нормативным и проектным требованиям, а также наличие и содержание паспортов, сертификатов и других сопроводительных документов. По результатам входного контроля должен заполняться «Журнал входного учета и контроля качества получаемых деталей, материалов, конструкций и оборудования».

4.5. При операционном контроле проверяют соблюдение состава подготовительных операций, технологии наладки электрообогревающего оборудования и устройств, укладки бетона в конструкцию в соответствии с требованиями рабочих чертежей, норм, правил и стандартов, контролируют процесс электрообогрева, температуру, силу тока и напряжение в соответствии с расчетными данными.

4.6. При проведении оценки соответствия выполненных работ РМаюают качество монолитной конструкции в результате электрообогрева нагревательными проводами.

4.7. Скрытые работы подлежат освидетельствованию с составлением актов по установленной форме. Запрещается выполнение последующих работ при отсутствии актов освидетельствования предшествующих скрытых работ во всех случаях.

4.8. Результаты операционного контроля и оценки соответствия фиксируются в журнале работ. Основными документами при операционном контроле и оценке соответствия являются настоящая технологическая карта, указанные в ней нормативные документы, а также перечни операций или процессов, контролируемых производителем работ (мастером), данные о составе, сроках и способах контроля, изложенные в таблице 2.

4.9. Контроль температуры обогреваемого бетона следует производить техническими термометрами или дистанционно с помощью термодатчиков, устанавливаемых в скважину.

4.10. Контроль прочности бетона осуществляют, как правило, по температуре бетона в процессе выдерживания и испытанием образцов, изготовленных у места укладки бетонной смеси.

Прочность прогретого бетона, имеющего положительную температуру, определяют с помощью молотка Кошкарлова, ультразвуковым способом, либо высверливанием кернов и испытанием.

4.11 При электропрогреве выполняются:

- Измерение температуры наружного воздуха не реже 1 раза в смену;

- Замер температуры укладываемой смеси каждой порции;

Наблюдение за температурным режимом, установленным расчётом и принятой схемой прогрева, для чего производят замеры температуры смеси в скважинах.

4.12. Температура бетона измеряется техническими термометрами, вставленными в подготовленные скважины.

4.13 Зазор между стенками отверстия и термометром уплотняется паклей или пробкой. Глубина скважины 50мм. Длина хвостовой части термометра, погружённого в скважину, должна позволять снимать показания, не извлекая его из скважины. Для изоляции термометра от влияния наружного воздуха его выдерживают в скважине 3-4мин. В интервалах между измерениями отверстия закрывают пробками. Все отверстия – скважины должны быть пронумерованы и занесены на схему конструктивного элемента. Все результаты замеров температуры необходимо записывать в специальный «Журнал бетонных работ».

4.14 Контроль напряжения и силы тока на низкой стороне питающего трансформатора измеряет дежурный электрик не реже 2-х раз в смену с записями их величин в

специальном журнале, где расписывается в начале и в конце каждой смены.

4.15. Лист «температурного режима» прилагается (см. лист 25-26).

Состав и содержание производственного контроля качества

Кто контролирует	Прораб или мастер									
Операции, подлежащие контролю	Операции при входном контроле		Подготовительные операции			Операции по укладке бетона в конструкцию балок и электрообогреву бетона				Операции при приемочном контроле
	проверка исправности пластинчатых или проволочных нагревателей в щитах опалубки	проверка изоляции проводов и работоспособности коммутационной аппаратуры, трансформаторов и др. электрооборудования, используемого в работе	устройство защитного ограждения и световой сигнализации	установка и монтаж электрооборудования, греющей опалубки	очистка опалубки, РМатуры от снега, наледи, утепление конструкции	укладка бетона в конструкцию	контроль величины силы тока и напряжения питающей цепи	контроль температуры бетона	контроль прочности бетона	соответствие готовых баз требованиям проекта
Методы контроля	визуально-инструментальная проверка		визуально-инструментальная проверка			визуальная и по приборам				визуально-инструментальная
Время контроля	до укладки бетона в опалубку					во время укладки бетона и электрообогрева				после электрообогрева
Кто привлекается к контролю	энергетик строительной организации		мастер, прораб			электромонтеры и лаборатория				лаборатория

## 5. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ

№ п/п	наименование, назначение и основные параметры.	Кол-во шт.	Примечание
1	Тепловентилятор	3	
2	Комплексная трансформаторная подстанция для обогрева бетона КТП ТО-80/86	4	
3	Блок-приставка автоматического регулирования температуры		
4	Токоизмерительные клещи		
5	Диэлектрические		ТУ 38-106359-79
6	перчатки галоши коврик	пар пар шт.	2 2 1
7	Нагревательный провод ПНСВ	400мп	
8	Трубки ПВХ	300шт	
11	электроды	300шт	
12	Термометры технические	6	Предел измерения 140 °С
13	Полиэтиленовая пленка	100м2	Толщина, мм 0,1 Ширина, м1,4
14	утеплитель	100м2	
15	ящик для инструментов	1	-
16	Метла	2	-
17	Лопата совковая	2	ЛС-2, ГОСТ 3620-76
18	мастерок	2	
19	Противопожарный щит	1	
20	Щетка металлическая	4	ОСТ 17-830-80
21	Рулетка	2	ЗПКЗ-10АУТ/1, ГОСТ 7502-89
22	Метр складной или рулетка	2	МСМ-74, ТУ2-12-156-76
23	Сигнальная лента	100мп	
24	Сигнальные лампочки	5шт	
25	кувалда 5кг	1	Масса 3 кг, ГОСТ 11402-83



## 6. Обеспечение безопасности процессов

1. При эксплуатации нагревательных проводов и силового питающего электрооборудования помимо общих требований правил безопасности производства работ согласно СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования» следует руководствоваться «Межотраслевыми правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок» ПОТРМ-016-2001.

2. Электробезопасность на строительной площадке, участках производства работ и рабочих местах при электрообогреве монолитных конструкций необходимо обеспечивать в соответствии с требованиями СНиП 12-03-2001. Лица, занятые на строительномонтажных работах, должны быть обучены безопасным способам ведения работ, а также уметь оказать первую доврачебную помощь при электротравме;

3. При устройстве электрических сетей необходимо предусматривать возможность отключения всех электроустановок в пределах отдельных участков и объектов производства работ;

4. При электропрогреве бетона монтаж и присоединение электрооборудования к питающей сети должны выполнять только электромонтёры, имеющие группу по электробезопасности не ниже III.

5. В течение всего периода эксплуатации электроустановок для электрообогрева бетона рабочая зона должна быть оборудована знаками безопасности по ГОСТ Р 12.4.026-2001

6. В зоне электропрогрева необходимо применять изолированные гибкие кабели или провода в защитном шланге. Не допускается прокладывать провода непосредственно по грунту или по слою опилок, а также провода с нарушенной изоляцией.

7. Зона электропрогрева бетона должна находиться под круглосуточным наблюдением электромонтёров, выполняющих монтаж электросети. Пребывание работников и выполнение работ на этих участках не допускается.

8. Рабочие, занятые на электрообогреве бетона, должны быть снабжены резиновыми сапогами или диэлектрическими галошами, а электромонтажники, кроме того, резиновыми перчатками. Подключение нагревательных проводов, замеры температуры техническими термометрами производят при РМяюченном напряжении

9. Зону электропрогрева бетона оградить стоечным защитным ограждением высотой 1,2м по ГОСТ 23407-78, вывесить световую сигнализацию и знак безопасности. На видном месте помещаются предупредительные плакаты, инструкции по безопасности и охране труда, противопожарные средства;

10. Все металлические токоведущие части электрооборудования и РМатуру следует надежно заземлить, присоединив к ним нулевой провод питающего кабеля. При использовании защитного контура заземления перед включением напряжения необходимо проверить сопротивление контура, которое должно быть не более 4 Ом.

Около трансформаторов, рубильников и распределительных щитков устанавливают настилы, покрытые резиновыми ковриками;

11. После каждого перемещения электрооборудования, применяемого при прогреве бетона, на новое место следует измерить сопротивление изоляции мегомметром;

12. Участок электрообогрева бетона должен постоянно находиться под надзором дежурного электрика;

4.12. Запрещается:

- доступ посторонних лиц в зону обогрева, а также пребывание людей на расстоянии ближе 1 м от арматурных стержней, нагреваемых электротоком;
- хождение людей, размещение посторонних предметов на поверхности обогреваемых конструкций;
- подключать в сеть находящиеся на воздухе нагревательные провода, частично или полностью не забетонированные в конструкции;
- подключать под напряжение нагревательные провода с механическими повреждениями изоляции, а также ненадежно выполненными коммутационными соединениями;
- проводить работы по электрообогреву в сырую погоду, во время оттепели, без ограждения зоны электрообогрева;
- работать при обнаруженной неисправности электропроводки;
- прокладывать провода непосредственно по грунту;
- размещать легковоспламеняющиеся материалы вблизи установок для электрообогрева бетонов.

4.13. При производстве работ по электрообогреву монолитных бетонных и железобетонных конструкций нагревательными проводами необходимо строго руководствоваться требованиями безопасности и охраны труда согласно:

- СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования»;

- СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство»;

- ПОТ РМ-016-2001 Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок;

- ППБ 01-03 Правила пожарной безопасности в Российской Федерации. МЧС России, М., 2003;

- СП 12-135-2003 Безопасность труда в строительстве. Отраслевые типовые инструкции по охране труда.

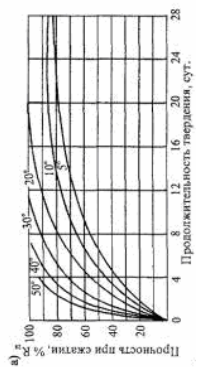
Инструкция по использованию прогревочного провода марки ПНСВ

1. Максимальная температура эксплуатации: +80<sup>0</sup>С;
2. Радиус изгиба проводов при монтаже должен быть не менее 5 наружных диаметров. Минимальный радиус изгиба – 25мм;
3. Провода стойки к воздействию воды и 20% водного раствора поваренной соли или 30% раствора щелочей Са(ОН) или NaOH.
4. Соединение «холодного» конца с нагревательными проводами рекомендуется производить методом пайки с применением банджа из медной проволоки, посредством клеммных коробок или гильз. Допускается другой метод, обеспечивающий надёжность соединения при эксплуатации.
5. Допускается изготовление нагревательных секций из 2-3 отрезков проводов. При этом соединение токопроводящих жил отрезков может производиться любым способом, обеспечивающим качество соединения.
6. Электрическое сопротивление изоляции проводов. Пересчитанное на 1км длины и измеренное при температуре (20±5<sup>0</sup>С): не менее 1 Мом.
7. на один метр провода необходимо напряжение равное 2 вольтам и ток равный 0,6-0,8А.
8. По окончании бетонирования монолитных участков подключить электропрогрев.
9. После подачи напряжения на прогреваемый участок необходимо проверить контакты отпайки соединения проводов. Подключение греющих проводов, установленных на монолитном участке, разрешается производить на напряжение не более 60В. Для регулирования напряжения на прогреваемых участках необходимо применять понижающие трансформаторы для электропрогрева бетона.
10. Производство работ на прогреваемых участках может допускаться только в строгом соблюдении правил электробезопасности СНиП 12-04-2002 «безопасность труда в строительстве. Часть 2».
11. Раскладку провода производить согласно схемам раскладки (см. стр. 5-9)

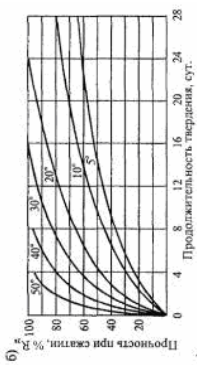
## 7. Перечень нормативных документов.

СНиП 12-01-2004	Организация строительного производства
СНиП 12-03-2001	Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования
СНиП 12-04-2002	Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство
ППБ 01-03	Правила пожарной безопасности в Российской Федерации
ПТЭ	Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей
ПУЭ	Правила устройства электроустановок
ПОТРН-016-2001	Межотраслевые правила по охране труда и эксплуатации электроустановок
СНиП 3.03.01-87	Несущие и ограждающие конструкции
ГОСТ Р 12.4.026-2001	«Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная».
Пособие	Пособие по электрообогреву бетона монолитных конструкций (к СНиП III-15-76) НИИЖБ Госстроя СССР, Москва, Стройиздат, 1985 г
Руководство	Руководство по электротермообработке бетона. НИИЖБ Госстроя СССР, Москва, Стройиздат, 1974
Руководство	Руководство по производству бетонных работ в зимних условиях, районах Дальнего Востока, Сибири и Крайнего Севера, ЦНИИОМТП Госстроя СССР, Москва, Стройиздат, 1982 г
Рекомендации	Рекомендации по технологии возведения конструкций из монолитного бетона и железобетона на объектах ПСО Моспромстрой. ПКТИпромстрой ПСО Моспромстрой. Москва, 1989 г
Рекомендации	Рекомендации по технологии возведения конструкций из монолитного бетона и железобетона. ОАО ПКТИпромстрой, М., 1998

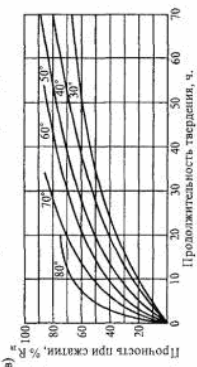




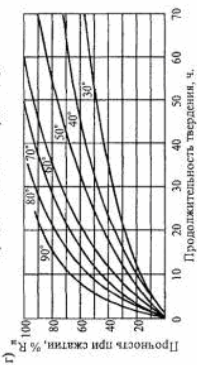
а – для бетона класса В25 на портландцементе активностью 400 – 500;



б – для бетона класса В25 на шлакопортландцементе активностью 300 – 400



в – для бетона класса В25 на портландцементе активностью 400 – 500



г – для бетона класса В25 на шлакопортландцементе активностью 300 – 400