

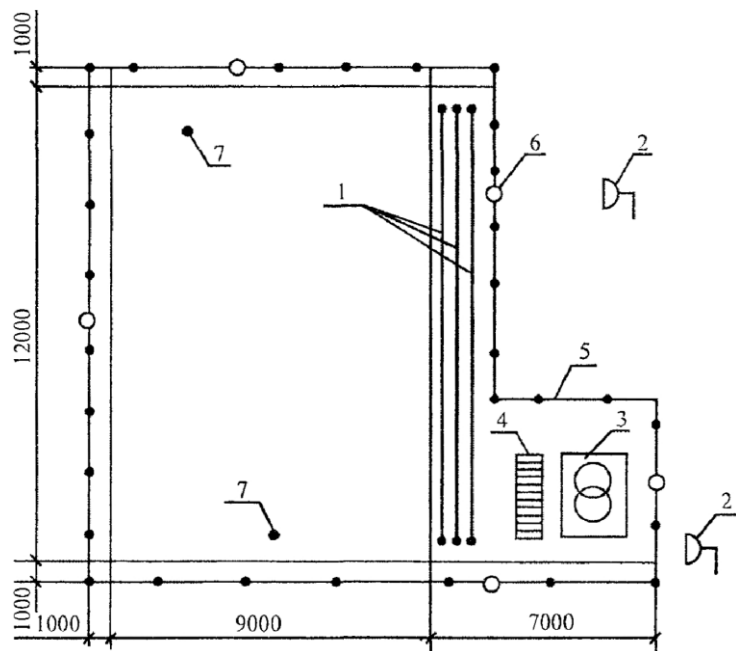
ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ ПО ПРОГРЕВУ БЕТОНА

Обогрев бетона в монолитной конструкции осуществляется закладкой нагревательного провода непосредственно в бетонируемую конструкцию. В зависимости от технологии производства работ нагревательные провода раскладываются во время или после выполнения арматурных работ.

До начала работ по электрообогреву конструкции выполняют следующие подготовительные операции:

- устанавливают опалубку, арматурные сетки и каркасы (допускается применение инвентарной опалубки различных конструкций и типов);
- в уровне нижней и верхней арматурных сеток раскладывают нагревательные провода;
- очищают от мусора, снега, наледи опалубку и арматуру;
- на ровной площадке на расстоянии не более 25 м от участка электрообогрева конструкции устанавливают трансформатор ТСДЗ-63 (80) или другие трансформаторы, используемые для этих целей;
- устанавливают ограждение рабочей зоны и проводят сигнализацию и освещение в соответствии с **рисунком 1**;
- изготавливают инвентарные секции шинопроводов, схема которых показана на **рисунке 2**;
- устанавливают секции шинопроводов вдоль захватки;
- проводом марки АПВ подключают нагревательные провода к секциям шинопроводов;
- подключают кабелем марки КРПТ шинопровод к трансформатору ТСДЗ-63 (80);
- устанавливают деревянные настилы, покрытые резиновыми ковриками, около трансформаторной подстанции и распределительных шкафов;
- монтируют противопожарный щит с углекислотными огнетушителями, помещают в рабочей зоне таблички по безопасности и охране труда;
- подключают к питающей сети трансформаторную подстанцию и опробывают ее на холостом ходу, а также проверяют работу временного освещения и систем автоматики температурного регулирования;
- обеспечивают рабочее звено необходимым инструментом, индивидуальными средствами защиты, проводят инструктаж.

Рисунок 1 - Организация рабочей зоны электрообогрева



- 1 - инвентарная трехфазная секция шинопроводов;
- 2 - прожектор;
- 3 - трансформатор ТСДЗ-63 (80);
- 4 - диэлектрический коврик;
- 5 - инвентарное ограждение рабочей зоны;
- 6 - сигнальная лампочка красного цвета;
- 7 - температурные датчики

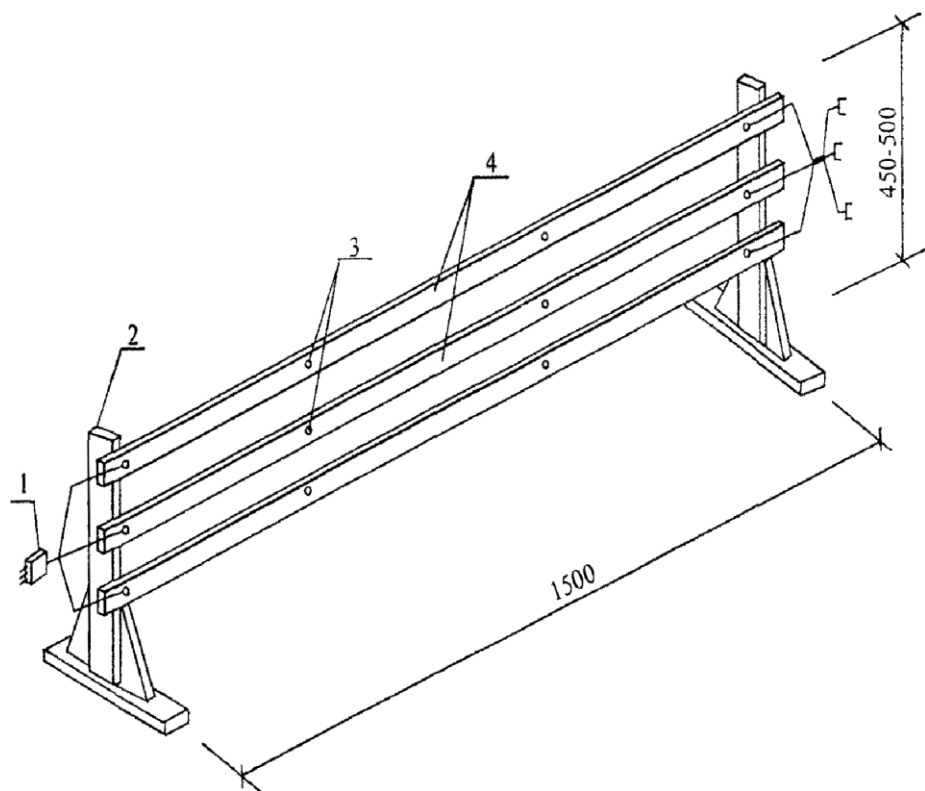


Рисунок 2 - Инвентарная секция шинопроводов (крайняя секция)

- 1 - разъем;
- 2 - деревянная стойка;
- 3 - болты;
- 4 - токопроводы
(полоса 3 × 40 мм)

Основными требованиями для обеспечения нормального обогрева с помощью нагревательных проводов, закладываемых в бетон, является предотвращение механических повреждений изоляции при навивке и креплении проводов, монтаже опалубки и укладке бетонной смеси, а также устранение возможности коротких замыканий токоведущей жилы с арматурой, стальной опалубкой и другими металлическими элементами. Нагревательный провод укладывают в конструкции без сильного натяжения. В углах с режущими кромками под проводом устанавливают дополнительную изоляцию из рубероида или пропитанной битумом бумаги. Крепление провода к арматуре производят с помощью скруток из мягкой вязальной проволоки диаметром 1,2 мм или отрезками изолированного провода, пластмассовыми фиксаторами, скрепками из стальной проволоки, полипропиленовым шпагатом, причем во избежание обгорания изоляции,

замыкания на массу и перегорания концов нагревательного провода из бетона наружу устраивают выводы из монтажного провода сечением 2,5 - 4 мм², как показано на рисунке 3. Узлы соединения тщательно изолируют. Перед бетонированием конструкции проверяют мегомметром отсутствие замыкания шины на массу.

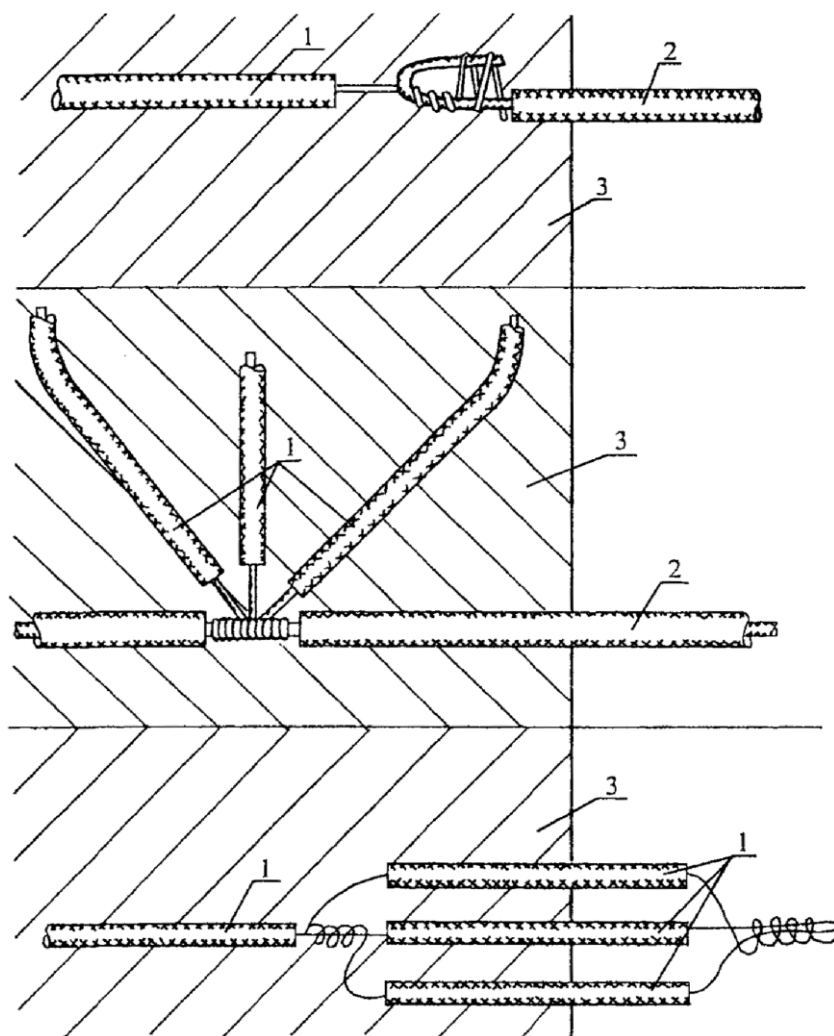
Диаметр, длина отрезка и шаг раскладки нагревательного провода в зависимости от температуры наружного воздуха и напряжения электрической сети принимается по **таблице 1**.

Нагревательные провода подключают к инвентарным секциям шинопроводов, присоединенных с помощью монтажного кабеля к трансформаторной подстанции в соответствии со схемой, представленной на рисунке 4.

После раскладки нагревательных проводов и подключения их к шинопроводу начинают укладку и электрообогрев бетонной смеси.

Подготовку и укладку бетонной смеси при отрицательных температурах следует производить с учетом следующих требований:

- снимать наледь с помощью пара или горячей воды не допускается. При температуре воздуха ниже минус 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 дополнительно утеплены;

- укладку бетонной смеси следует вести непрерывно, без перерывов, средствами, обеспечивающими минимальное охлаждение смеси при ее подаче;

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

Рисунок 3 - Схема выводов нагревательных проводов из бетона

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

Горизонтальную поверхность перекрытия укрывают гидроизоляционным материалом (пленкой) и укладывают минераловатные плиты толщиной 50 мм.

Подают напряжение на нагревательные провода. Электрообогрев осуществляется на пониженном напряжении 55 - 95 В в соответствии с электрическими параметрами, представленными в **таблице 1**. Подача напряжения разрешается после окончания бетонирования, укладки теплоизоляции и ухода людей за пределы ограждения. Перед подачей напряжения необходимо проверить правильность подключения, осмотреть контакты, кабели и провода. Во время обогрева бетона необходимо вести наблюдение за состоянием контактов, кабелей, проводов. В случае обнаружения неисправности необходимо немедленно отключить напряжение и устранить неисправность.

Таблица 1. Электрические параметры электрообогрева нагревательными проводами

Температура наружного	Шаг раскладки	Диаметр нагревательного провода марки ПНСВ, мм	Электрическое напряжение, В	Длина отрезка нагревательного	Удельная мощность
1	2	3	4	5	6
-5	200	1,1	50	25	100
			65	32	
			75	37	
			80	40	
			100	50	
		1,2	50	26	
			65	34	
			75	39	
			80	42	
			100	52	
		1,4	50	30	
			65	39	
			75	45	
			80	50	
			100	59	
-10	150	1,1	50	25	150
			65	32	
			75	37	
			80	40	
			100	50	
		1,2	50	26	
			65	34	
			75	39	
			80	42	
			100	52	
		1,4	50	30	
			65	39	
			75	45	
			80	50	
			100	59	
-15	100	1,1	50	25	200
			65	32	
			75	37	
			80	40	
			100	50	
		1,2	50	26	
			65	34	
			75	39	
			80	42	
			100	52	
		1,4	50	30	
			65	39	
			75	45	
			80	50	
			100	59	

Таблица 1. Электрические параметры электрообогрева нагревательными проводами (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

Температура наружного	Шаг раскладки	Диаметр нагревательного провода марки ПНСВ, мм	Электрическое напряжение, В	Длина отрезка нагревательного	Удельная мощность
-20	50	1,1	50	25	400
			65	32	
			75	37	
			80	40	
			100	50	
		1,2	75	26	
			80	34	
			100	39	
			80	40	
			100	50	
		1,4	50	30	
			65	39	
			75	45	
			80	50	
			100	59	

Контроль температуры обогреваемого бетона следует производить техническими термометрами или дистанционно с помощью термодатчиков, устанавливаемых в скважину согласно рисунку 5. Число точек измерения температуры устанавливается в среднем из расчета не менее одной точки на 50 м² площади перекрытия. Температуру бетона измеряют в процессе изотермического прогрева не реже чем через 2 часа. Для регулирования температуры бетона и обеспечения безаварийной работы проволочных нагревателей следует использовать системы автоматики температурного контроля и регулирования режимов обогрева (блок-приставки к трансформаторам конструкции ЦНИИОМТП).

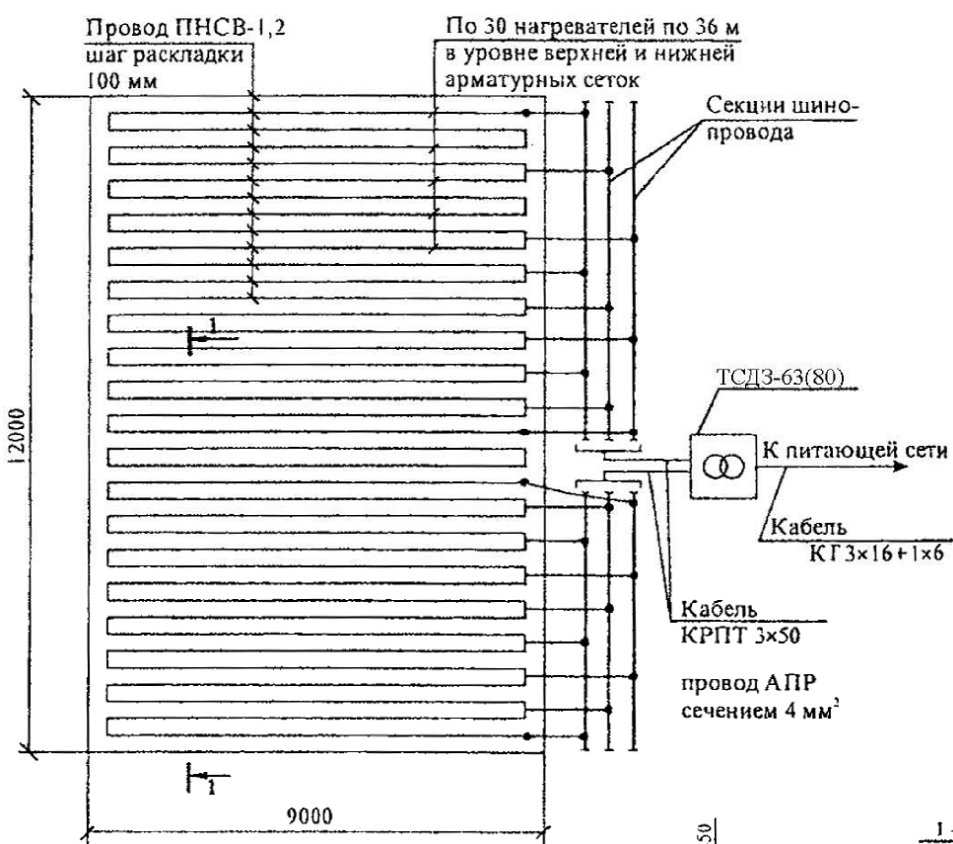
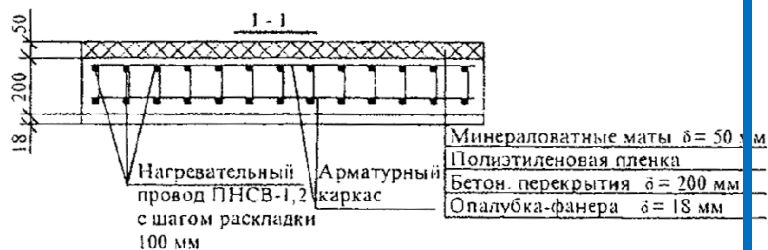


Рисунок 4 - Схема раскладки и подключения нагревательного провода при электрообогреве перекрытия.



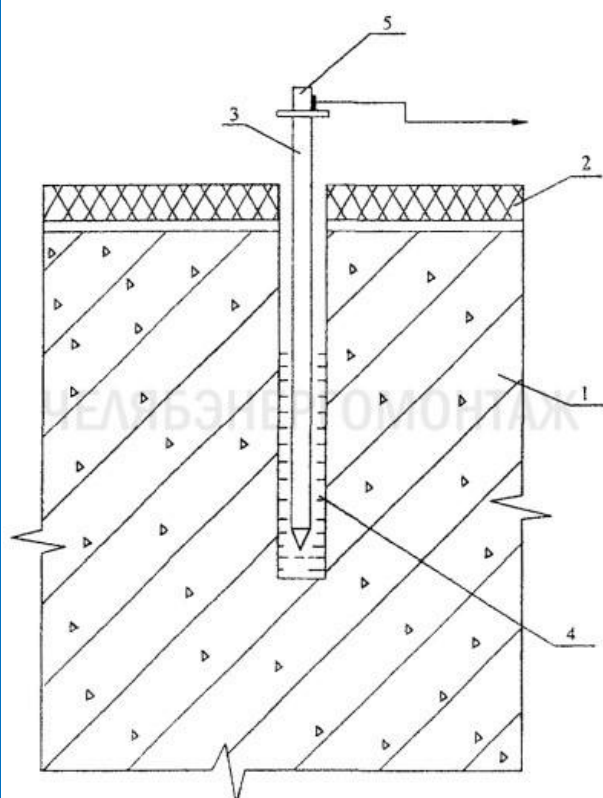
Электрообогрев бетонной смеси осуществляется в соответствии с нижеприведенным графиком при скорости подъема температуры $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ в час.

Во время разогрева температуру бетона измеряют не реже чем через 1 час.



Скорость остывания бетона по окончании тепловой обработки для конструкций с модулем поверхности 5 - 10 - не более $5\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{ч}$, с модулем поверхности свыше 10 - не более $10\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{ч}$. Температуру наружного воздуха измеряют один-два раза в сутки, результаты замеров фиксируются в журнале.

Рисунок 5 - Установка термодатчика в обогреваемой конструкции



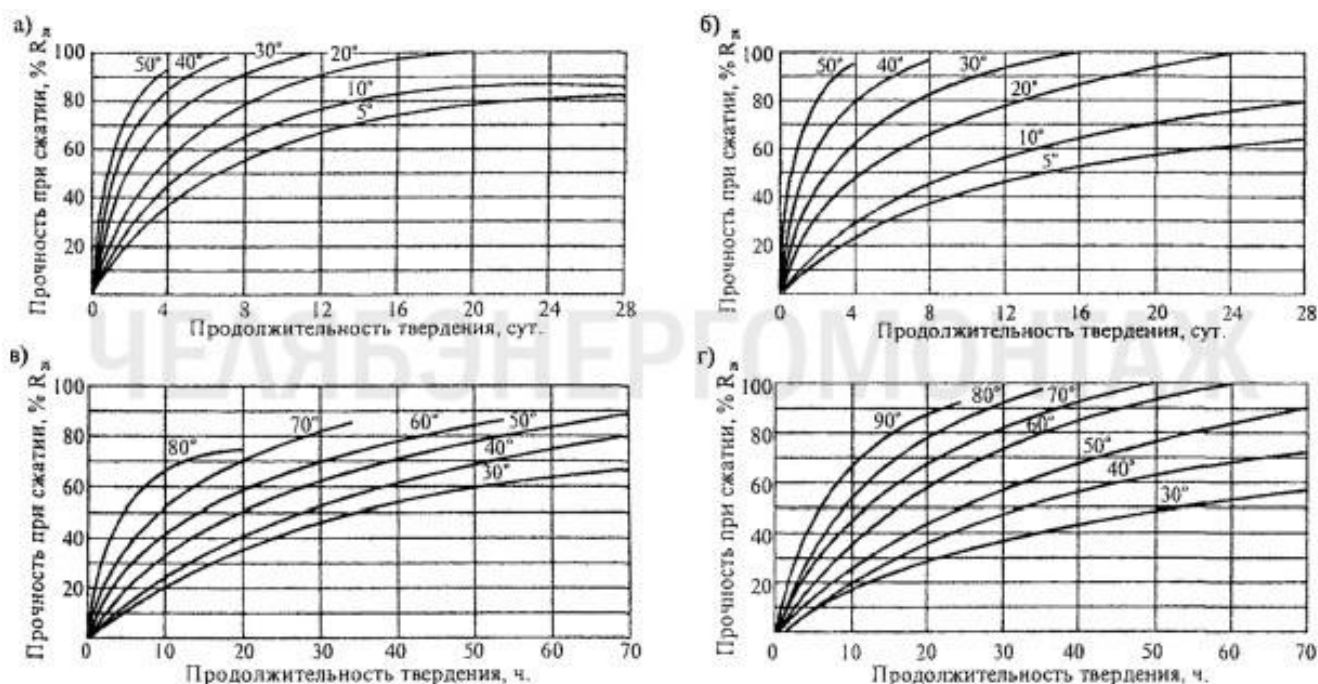
- 1 - монолитная конструкция;
- 2 - утеплитель;
- 3 - пенал из тонкостенной стальной трубки;
- 4 - индустриальное масло;
- 5 - термодатчик

Не реже двух раз в смену, а в первые три часа с начала обогрева 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, рекомендуется определять с помощью молотка конструкции НИИМосстроя, ультразвуковым способом или высверливанием и испытанием кернов.

Набор прочности бетона при различных температурах его выдерживания определяется по графикам, представленным на **рисунке 6**.

Рисунок 6 - Кривые 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

Ниже приведен пример определения набора прочности бетоном.

Пример: Определить прочность бетона в конструкции с $M_p = 4$ на портландцементе марки 400 при скорости подъема температуры $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ в час, температуре изотермического прогрева $70\text{ }^{\circ}\text{C}$, его продолжительности 12 ч и остывании со скоростью $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ в час до конечной температуры $8\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Решение:

1 Определить величину относительной прочности за период подъема температуры

$$(70-10)/10 = 6$$

продолжительность подъема температуры 10

$$(70+10)/2 = 40$$

при средней температуре $2\text{ }^{\circ}\text{C}$

Для этого из точки «А» согласно **рисунку 7** 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 %.

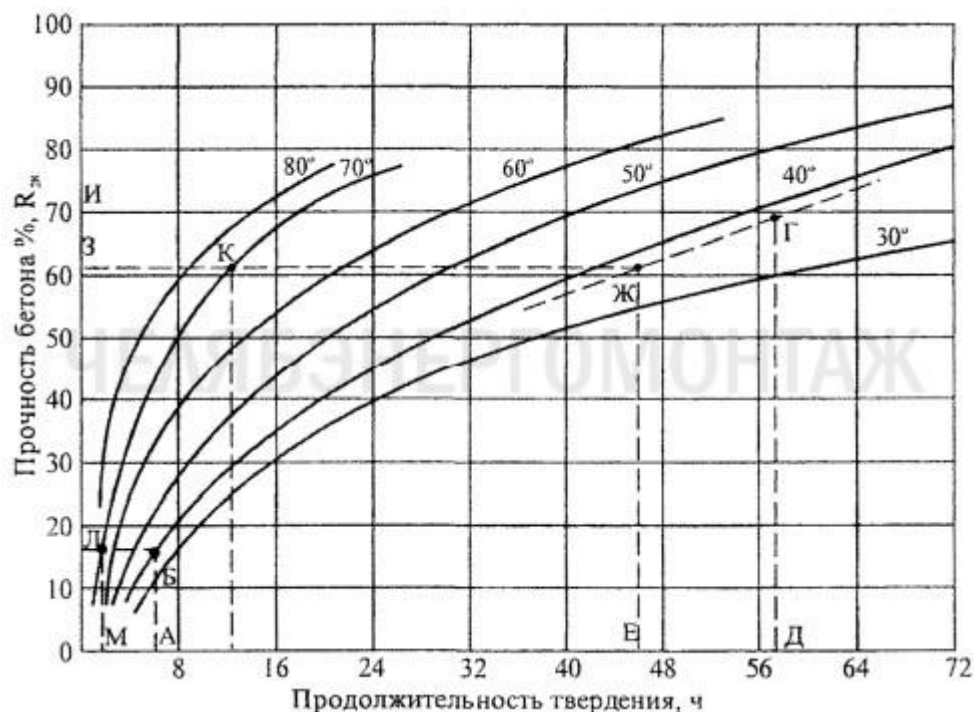
Определяем прирост относительной прочности при изотермическом прогреве за 12 часов как проекцию участка (точки «Л» и «К») кривой прочности при 70 °С (отрезок «ВЗ»), что составляет 46 % R_{28} .

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.

Рисунок 7 - Пример определения прочности бетона по графику



Теплоизоляция может быть снята не ранее того момента, когда температура бетона в наружных слоях конструкции достигнет плюс 5 °С и не позже, чем слои остынут до 0 °С. Не допускать примерзания опалубки и теплозащиты к бетону.

Для предотвращения появления трещин в конструкциях перепад температур между открытой поверхностью бетона и наружным воздухом не должен превышать:

- 20 °С для монолитных конструкций с модулем поверхности до 5;
- 30 °С для монолитных конструкций с модулем поверхности 5 и выше

В случае невозможности соблюдения указанных условий поверхность бетона после распалубливания должна быть укрыта брезентом, телью, щитами и т.д.

Раскладку нагревательного провода в конструкцию и электрообогрев бетона нагревательными проводами выполняет звено из 4-х человек согласно **таблице 2**.

Таблица 2. Распределение операций по исполнителям.

№ п/п	Состав звена по профессиям	Кол. чел.	Перечень работ
1	Электромонтер V разряда	1	Подсоединения КПП ТО-80/86 к питающей сети, подсоединение нагревательных проводов к шинопроводу.
2	Электромонтер III разряда	1	Расстановка шинопроводов, подсоединение к ним нагревательных проводов.
3	Бетонщики III разряда	2	Раскладка нагревательных проводов. Устройство гидро-теплоизоляции.

- Бетонщики III разряда раскладывают нагревательный провод в уровне нижней и верхней арматурных сеток согласно схеме на **рисунке 4**.
- Электромонтер V разряда производит разделку концов кабеля, подсоединяет его к трансформатору ТСДЗ-63(80).
- Электромонтер III разряда, расставляет секции шинопровода вдоль захватки, соединяет их между собой.
- После подсоединения кабеля электромонтер V разряда подсоединяет секции шинопровода к ТСДЗ-63(80), проводит ее заземление и проверяет работу трансформаторной подстанции на холостом ходу.
- После этого электромонтеры V и III разрядов подсоединяют нагревательные провода к секциям шинопровода.
- После укладки бетона в конструкцию бетонщики III разрядов устраивают гидро- и теплоизоляцию верхней поверхности перекрытия.
- Подают напряжение на нагревательные провода.
- Разборка системы электрообогрева производится в обратном порядке.

Рекомендации по энергосбережению.

В целях энергосбережения при производстве работ рекомендуется:

- при определении средств и продолжительности транспортирования бетонной смеси исключать возможность охлаждения ее более чем установлено технологическим расчетом, нарушение однородности и снижение заданной подвижности на месте укладки;

- применение бетонов возможно более высокой относительной прочности при малой продолжительности прогрева (портландцемент, быстротвердеющий портландцемент);
- применение химических добавок для сокращения продолжительности термообработки бетона и получения повышенной прочности бетоном сразу после обогрева;
- применение максимально допустимой температуры термообработки бетона с учетом нарастания прочности бетона при остывании;
- надежно проводить теплоизоляцию поверхностей бетона и опалубки, подвергающихся охлаждению;
- соблюдать режим электрообработки;
- следить за качеством и плотностью соединений контактов проводов и кабелей;
- не допускать намокания теплоизоляции.

При производстве работ по электрообогреву нагревательными проводами монолитных конструкций следует руководствоваться правилами производства и приемки работ согласно:

- СНиП 3.03.01-87 «Несущие и ограждающие конструкции»;
- СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования»;
- СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство».