Открытое акционерное общество

Проектно-конструкторский и технологический институт промышленного строительства ОАО ПКТИпромстрой

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

_____ А.В. Колобов

«___»_____2008 г.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

НА ВЫДЕРЖИВАНИЕ БЕТОНА МЕТОДОМ «ТЕРМОСА» И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗОГРЕТЫХ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

13-08 ТК

Главный инженер

_____В.И. Сусов

2008

gost.e-ecolog.ru

Технологическая карта на выдерживание бетона методом «термоса» при возведении монолитных конструкций содержит организационно-технологические и технические решения по выдерживанию бетона методом «термоса», которым предусматривается укладка бетонной смеси в опалубку с начальной температурой 10, 20, 30°С, и предварительный электроразогрев смеси при укладке ее в опалубку с начальной температурой 50°С. Метод «термоса» относится к числу наиболее эффективных и его использование при производстве бетонных (железобетонных) работ при отрицательных температурах воздуха, должно способствовать ускорению работ, снижению затрат труда и повышению качества возводимых конструкций.

В технологической карте приведены область применения, рекомендации по организации и технологии работ, требования к качеству и приемке работ, потребность в материально-технических ресурсах, решения по охране труда и основные параметры «термосного» выдерживания монолитных конструкций. Исходные данные и конструктивные решения, применительно к которым разработаны карта, приняты с учетом требований СНиП, а также условий и особенностей, характерных для строительства в г. Москве.

Технологическая карта предназначена для инженерно-технических работников проектных и строительных организаций, а также производителей работ, мастеров и бригадиров, связанных с производством бетонных (железобетонных) работ.

Технологическая карта разработана в 1998 году творческим коллективом ОАО ПКТИпромстрой в составе – Ю.А. Ярымов (гл. инженер проекта, руководитель работы); А.И. Творогов к.т.н., В.Н. Холопов, Т.А. Григорьева, Л.В. Ларионова, И.Б. Орловская, Е.С. Нечаева (исполнители); А.Д. Мягков, к.т.н. (ответственный исполнитель от ЦНИИОМТП), и откорректирована в части применения нормативных документов в ноябре 2008 г. сотрудниками Технического отдела ОАО ПКТИпромстрой М.И. Стронгиным и О.А. Савиной.

Авторы будут признательны за предложения и возможные замечания по составу и содержанию данной карты.

Контактный телефон/факс: (495) 614-36-49.

E-mail: gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru

© ОАО ПКТИпромстрой

Настоящая «Технологическая карта на выдерживание бетона методом «термоса» и использование разогретых бетонных смесей» не может быть полностью или частично воспроизведена, тиражирована и распространена без разрешения ОАО ПКТИпромстрой

СОДЕРЖАНИЕ

		стр.
1	Общие данные	3
2	Организация и технология выполнения работ	4
3	Требования к качеству и приемке работ	17
4	Требования безопасности и охраны труда, экологической и пожарной безопасности	24
5	Потребности в материально-технических ресурсах	25
6	Технико-экономические показатели	26
7	Перечень использованной нормативно-технической литературы	27
	Приложение А Примеры определения модуля поверхности, «$М_п$» некоторых конструкций	29
	Приложение Б Пример пользования технологической картой	31
	Приложение В Пример определения прочности бетона	33
	Приложение Г Пример расчета электрической мощности	34

1 ОБЩИЕ ДАННЫЕ

1.1 Сущность способа выдерживания бетона методом «термоса» заключается в нагревании бетона за счет подогрева заполнителей и воды или бетонной смеси на строительной площадке до укладки ее в опалубку и использовании тепла, выделяющегося при твердении цемента, для приобретения бетоном заданной прочности в процессе его медленного остывания в утепленной опалубке.

1.2 Областью наиболее экономического применения метода «термоса» в соответствии с указаниями СНиП 3.03.01-87 являются массивные монолитные фундаменты, блоки, плиты, стены, колонны, рамные конструкции с разными значениями модуля поверхности ($М_п$)*, а также температурных режимов прогрева и выдерживания бетонной смеси, которые приведены в таблице 1.

1.3 В технологической карте приводятся:

– указания по подготовке конструкций к бетонированию;

– профессиональный и численно-квалификационный состав рабочих;

– выбор параметров выдерживания бетона;

– указания по контролю качества и приемке работ;

– решения по безопасности и охране труда, экологической и пожарной безопасности;

– потребность в необходимых материально-технических ресурсах;

–технико-экономические показатели.

1.4 Метод «термоса» включает:

– обычный «термос» при укладке бетонной смеси в опалубку с начальной температурой ($t_{бн}$) 10, 20, 30°С.

– предварительный электроразогрев бетонной смеси на строительной площадке до 50-70°С с помощью электродов с питанием от сети переменного тока с напряжением 380 (220, 127) В.

1.5 В настоящей карте приводятся методические примеры определения модуля поверхности, пользования картой, определения прочности бетона и расчета электрической мощности в приложениях А, Б, В и Г.

1.6 Карта предусматривает обращение ее в сфере информационных технологий с включением карты в базу данных по технологии и организации строительного производства автоматизированного рабочего места (АРМ) проектировщика, подрядчика и заказчика.

---

* – Модуль поверхности бетонируемой конструкции определяется отношением суммы площадей охлаждаемых поверхностей конструкции к ее объему и имеет размерность «$М^{-1}$».

Таблица 1 – Рекомендуемая номенклатура монолитных конструкций, выдерживаемых с применением метода «термоса»

$М_п$	Температура наружного воздуха, $t_{нв}$, °С	Конструкции	Температурные условия укладки бетонной смеси					
			с температурой укладываемой бетонной смеси $t_{б.с.}$ 25-30°С			с температурой укладываемой бетонной смеси $t_{б.с.}$ = 50°С		
			способ выдерживания бетона	цемент	марка цемента	способ выдерживания бетона	цемент	марка цемента
До 3	До -20	Массивные фундаменты	Без добавок	шлакопортландцемент	300-400 300	Без добавок	Пуццолановый портландцемент 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-	То же	То же	500-600	С добавками – ускорителями твердения	То же	400-500
6-8	До -21 до -30	30 см 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 25-25 см, балки высотой 30-40 см, покрытие	В сочетании с греющей опалубкой	То же	500-600	С добавками – ускорителями твердения и нитритом натрия	То же	500-600
	От -21 до -30	дорог	Не рекомендуется	–	–	В сочетании с греющей опалубкой	То же	500-600

2 ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ

2.1 Картой предусматривается укладка бетонной смеси на отогретое и подготовленное к бетонированию основание, для чего:

– основание очищается от снега и наледи, пятен мазута, нефти, битума и масел, а

имеющиеся трещины заполняются цементным раствором;

– удаляются поверхностная цементная пленка со всей площади бетонирования, а также наплывы и раковины, поверхность старого бетонного основания обрабатывается струей сжатого воздуха;

–ранее уложенный бетон и промерзшее основание отогреваются на глубину 300 мм. Мерзлые пучинистые грунты отогреваются до положительной температуры на глубину не менее 500 мм;

– отогревание основания и соприкасающихся элементов конструкции выполняется в тепляках (из брезента, фанеры и т.п.) способом электропрогрева с помощью вертикальных или горизонтальных электродов или прогревом жидкостно-топливными нагревателями. Отогрев производится способами, не вызывающими снижения качества бетона;

– способ отогрева основания выбирается с учетом имеющегося оборудования, температуры наружного воздуха, типа утепленной опалубки, размеров конструкции, стоимости энергоресурсов и требуемой глубины отогрева.

2.2 Опалубка и арматура перед бетонированием также очищаются от снега, наледи, цементной пленки и грязи струей горячего воздуха. Не допускается снимать наледь паром или горячей водой.

2.3 Арматура диаметром более 24 мм, а также арматура из жестких прокатных профилей и крупные закладные детали, при температуре наружного воздуха ниже - 10°С отогреваются до положительной температуры.

2.4 Перед началом бетонирования конструкции проверяются:

– наличие исправного оборудования и необходимых механизмов для укладки и уплотнения бетонной смеси с заданной интенсивностью в зимних условиях;

– подготовленность опалубки и теплоизоляции, а также мест укладки бетонной смеси и наличие средств защиты уложенного бетона от снега, дождя, ветра;

– наличие освещения для работы в вечерние и ночные смены.

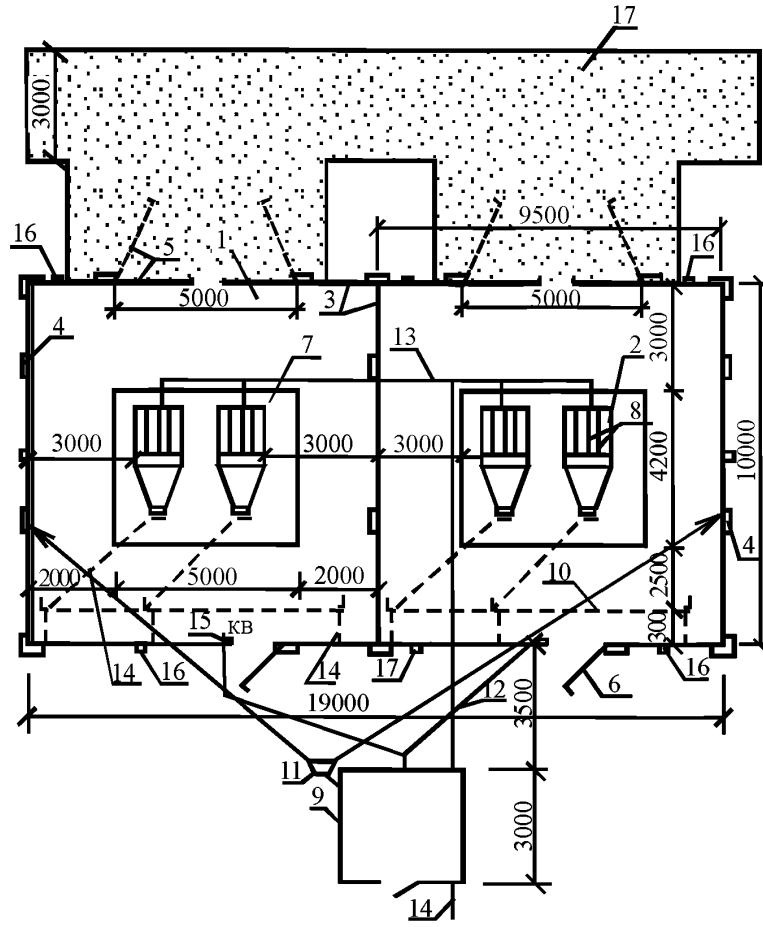
2.5 Допустимое время нахождения бетонной смеси в пути от момента выгрузки из бетоносмесителя до начала укладки в конструкцию устанавливается строительной лабораторией в зависимости от вида цемента, состояния погоды и начальной температуры бетонной смеси. Допустимое время, исходя из условий удобоукладываемости,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

– 30 минут при температуре смеси $t_{б.с.}$ = 40°С;

– 45 минут при температуре смеси $t_{б.с.}$ = 20-30°С;

– 120 минут при температуре смеси $t_{б.с.}$ = 5-10°С.

2.6 Оптимальная температура отпускаемой с завода бетонной смеси составляет 30°С, а с учетом предварительного разогрева бетонной смеси у места укладки 10°С. Предварительный разогрев бетонной смеси на строительном объекте предусмотрен на специальной подготовленной площадке, схема которой приведена на рисунке 1.



1 – площадка для установки электроразогрева бетонной смеси; 2 – бункер разогрева; 3 – ограждение; 4 – перемычки медные; 5 – ворота; 6 – калитка; 7 – настил деревянный; 8 – электроды; 9 – помещение дежурного электрика; 10 – контур заземления; 11 – прожектор ПЗС-35; 12 – кабель ШРПС-4×1,5 мм^2; 13 – токоподводящий кабель; 14 – кабель силовой 2 (КРТП-3×10+1×35) от РП; 15 – КВ – конечный выключатель; 16 – предупредительный сигнал; 17 – временная автодорога

Рисунок 1 – Схема организации рабочей зоны при предварительном электроразогреве бетона в бункерах v=1,0 м^3

2.7 Расчет необходимой электрической мощности для предварительного разогрева бетонной смеси производится с учетом требуемой температуры разогрева, температуры смеси после транспортирования, ее удельного сопротивления, емкости бункеров для

разогрева смеси. Пример расчета электрической мощности приведен в Приложении Г.

2.8 Укладка бетонной смеси послойно производится темпами, не допускающими время перекрытия каждого слоя более 2,5-3 ч. Предварительно допустимая продолжительность перекрытия слоев должна назначаться строительной лабораторией. При цементах с началом схватывания не менее 1 ч. 30 мин. допустимая продолжительность перекрытия слоев бетонной смеси назначается расчетными данными в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Допустимая продолжительность перекрытия слоев укладываемой бетонной смеси в конструкцию

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
10-15	1 ч. 15 мин.	2 часа 30 мин.
15-20	45 мин.	2 часа 15 мин.
Примечание – В таблице приведены данные для бетонных смесей, приготовляемых с добавками ССБ и СДБ в количестве 0,2% от массы цемента		

2.9 Величина снижения температуры бетонной смеси за время ее укладки и уплотнения приводится в зависимости от толщины, высоты бетонируемой конструкции и длительности укладки и уплотнения смеси в таблицу 3.

Таблица 3 – Снижение температуры бетона за время укладки и уплотнения (при перепаде температур 1°С)

Наименование конструкции	Длительность укладки и уплотнения, мин.			
	1	5	10	15
Плиты и стены толщиной, мм:				
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, мм:				
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

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

20°С для монолитных конструкций с $М_п$<5;

30°С для монолитных конструкций с $М_п$≥5.

В случае невозможности соблюдения указанных условий поверхность конструкции после распалубливания укрывается брезентом, толью, щитами и т.д.

2.11 После укладки бетонной смеси в опалубку открытые поверхности бетона укрываются полиэтиленовой пленкой и теплоизоляцией в виде минераловатных плит для сохранения требуемой температуры.

2.12 Основными параметрами термосного выдерживания монолитных конструкций являются марка цемента, его расход на 1 $м^3$ бетона, класс бетона и его начальная температура, температура наружного воздуха, модуль поверхности, коэффициент теплопередачи опалубки, продолжительность остывания бетона. Эти параметры приведены в таблицах 4 и 5.

Таблица 4 – Основные параметры термосного выдерживания бетона монолитных конструкций

Конечная прочность бетона 40% от R_{28}

Класс бетона, марка цемента	Расход цемента, кг/$м^3$	Начальная температура бетона, °С	Температура наружного воздуха, °С	Продолжительность остывания, ч.	Коэффициент теплопередачи «К», Вт/$м^2$ °С при модуле поверхности			
					2	4	6	8
1	2	3	4	5	6	7	8	9
В15 портландцемент марки 300	250	10	-5	170	5	2,5	1,67	1,25
		20	-5	125	7,5	3,75	2,5	1,87
			-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
		30	-5	108	9,25	4,62	3,08	2,31
			-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	2,47	1,82
			-20	65	6,7	3,35	2,23	1,67
В25 портландцемен	200	10	-5	115	8	4	2,67	2
			-10	112	5,5	2,75	1,83	1,37

т марки 400		20	-5	86	10	5	3,3	2,5
			-10	81	7,5	3,75	2,5	1,87
			-15	78	6,25	3,12	2,08	1,56
			-20	76	5	2,5	1,67	1,25

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
В25 портландцемен т марки 400	200	30	-5	73	13,7	6,85	4,57	3,42
			-10	67	10,7	5,35	3,57	2,60
			-15	65	9,2	4,61	3,07	2,30
			-20	62	7,75	3,87	2,58	1,94
В25 портландцемен т марки 400	400	10	-5	100	8,8	4,4	2,93	2,2
			-10	98	6	3	2	1,5
		20	-5	80	11	5,5	3,65	2,75
			-10	75	7,5	3,75	2,5	1,61
			-15	72	6,7	3,55	2,23	1,54
			-20	70	5,9	2,95	1,97	1,47
		30	-5	63	16	8	5,33	4,0
			-10	58	12,70	6,35	4,23	3,17
			-15	56	11,4	5,60	3,73	2,79
			-20	54	9,7	4,85	3,23	2,42
В35 портландцемен т марки 500	450	10	-5	90	9,8	4,9	3,27	2,45
			-10	89	6	3	2	1,5
		20	-5	70	13	6,5	4,33	3,25
			-10	69	8,5	4,25	2,83	2,12
			-15	68	7,5	3,75	2,50	1,87
			-20	67	6,5	3,25	2,17	1,62
		30	-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

Конечная прочность бетона 50 % от R_{28}

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
В15 портландцемен т марки 300	250	10	-5	235	3,5	1,75	1,17	0,87
		20	-5	160	6	3	2	1,5
			-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
		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

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
			-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 портландцемент марки 400	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 портландцемент марки 400	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 портландцемент марки 500	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

Конечная прочность бетона 70 % от R_{28}

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
В15 портландцемент марки 300	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 портландцемент марки 400	200	10	-5	350	3,2	1,6	1,07	1,80
		20	-5	250	4	2	1,33	1
			-5	215	5,12	2,51	1,71	1,23

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
		30	-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 портландцемент марки 500	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

Таблица 5 – Основные параметры термосного выдерживания бетона
Портландцемент марки 400, конечная прочность 40% от R_{28}
(при предварительном электроразогреве)

Модуль поверхности, $м^{-1}$	Класс бетона	Расход цемента, $кг/м^3$	Начальная температура бетона 50°С					
			Температура среды, °С					
			0			-10	-20	-30
2	В15	226	26,31 5 59	19,23 9 43	45,45 5 63	12,35 5 46	8,77 5 41	7,30 5 39
		400	35,71 6 56	29,41 8 43	23,26 12 37	16,11 5 44	12,82 5 38	9,71 5 35
	В25	300	34,48 5 58	27,78 7 49	21,74 15 45	14,49 5 45	10,53 5 39	8,26 5 37
		500	38,46 6 56	23,26 15 32	– – –	19,61 5 43	12,90 8 37	10,53 5 34
4	В15	226	12,82 6 46	11,63 9 35	10,10 13 31	8,06 5 37	6,21 5 35	5,05 5 34
		400	16,67 8 44	14,28 11 33	– – –	9,80 5 35	8,26 5 32	6,71 5 31
	В25	300	14,08 8 45	– – –	11,11 16 28	9,43 5 36	7,25 5 33,5	5,46 5 32
		500	23,26 5 43	– – –	– – –	12,05 5 35	8,93 10 31,05	7,75 5 30,5
10	В15	226	5,23 53 36	3,87 21 19	3,23 30 16	3,48 5 29	2,91 5 28	2,47 5 27
		400	6,45 5 33	5,56 17 21	4,85 28 15	4,52 5 26,5	3,66 5 25,5	3,28 5 24,5

	B25	300	6,13 5 34	5,29 11 26	4,50 25 17	4,31 5 28	3,42 5 26	2,82 5 25,5
		500	7,57 5 32	– – –	– – –	4,76 5 25	3,95 5 24,5	3,76 5 24

Портландцемент марки 400, конечная прочность 70% от R_{28}

Продолжение таблицы 5

Модуль поверхности, $м^{-1}$	Класс бетона	Расход цемента, $кг/м^3$	Начальная температура бетона 50°С			
			Температура среды, °С			
			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 92	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	2 5	1,61 5	1,37 5

			77	64	58	56
		500	3,52 5 62	2,70 5 52	2,38 5 46	2,04 5 45

Портландцемент марки 400, конечная прочность 100% от R_{28}

Продолжение таблицы 5

Модуль поверхности, $м^{-1}$	Класс бетона	Расход цемента, $кг/м^3$	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	0,51 5 190	0,45 5 175	0,39 5 220
	В25	300	0,53 5	0,45 5	0,38 5	0,32 5

			270	210	194	183
		500	0,95 5 214	0,67 5 177	0,59 5 165	0,48 5 155

Портландцемент марки 500, конечная прочность 40% от R_{28}

Продолжение таблицы 5

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

Портландцемент марки 500, конечная прочность 70% от R_{28}

Продолжение таблицы 5

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

			58	48	44	42

Портландцемент марки 500, конечная прочность 100% от R_{28}

Продолжение таблицы 5

Модуль поверхности, $м^{-1}$	Класс бетона	Расход цемента, $кг/м^3$	Начальная температура бетона 50°С			
			Температура среды, °С			
			0	-10	-20	-30
2	В35	450	5,88 5 210	4,59 5 190	4,17 5 180	3,29 5 175
4	В35	450	3,29 5 184	2,38 5 161	2,23 5 152	1,92 5 142
6	В35	450	1,80 5 176	1,55 5 156	1,31 5 147	1,18 5 138
10	В35	450	1,45 5 167	1,11 5 154	0,88 5 143	0,74 5 134
Примечание – В таблице для каждого расхода цемента приведены значения трех параметров: верхняя строка – коэффициент теплопередачи опалубки, $Вт/м^2$ °С, средняя строка – температура окончания выдерживания бетона, °С; нижняя – время выдерживания, ч.						

2.13 Прочность бетона в конструкции в % от R_{28} определяется по результатам измерения температуры твердеющего бетона в соответствии с п. 2.14. Ориентировочно для этого можно пользоваться графиками, показанными на рисунках 2 и 3. 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. В настоящей карте в Приложении В приводится пример определения прочности бетона по графику нарастания прочности.

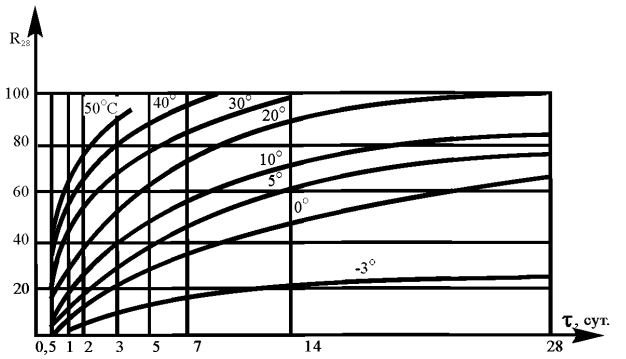


Рисунок 2 – График нарастания прочности бетона класса В15, В25 на портландцементе марки 400

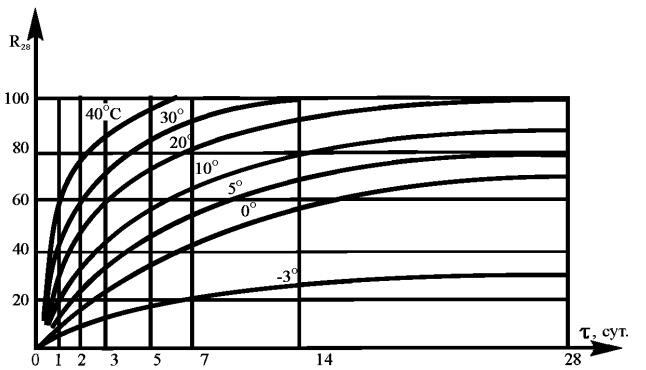


Рисунок 3 – График нарастания прочности бетона класса В35 на портландцементе марки 500

2.14 Температурный режим и прочность бетона в конструкции определяются по контрольной точке, расположенной на глубине 50-150 мм от середины поверхности бетона в расчетном сечении. Под расчетным сечением понимается среднее сечение бетонируемой конструкции по отношению к наибольшему размеру сечения, как показано на рисунке 4.

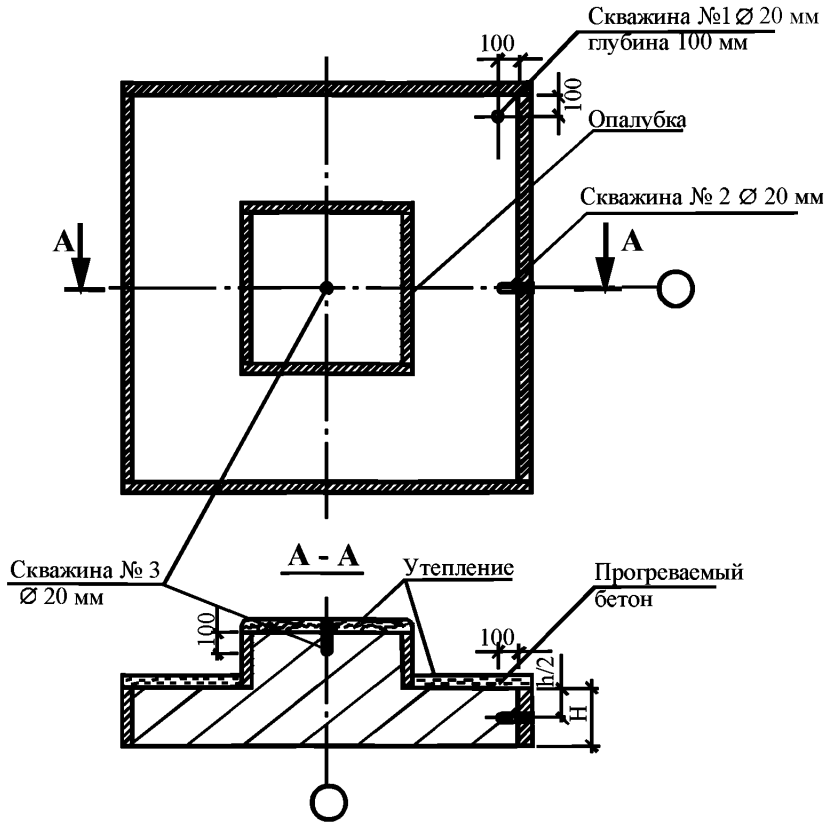


Рисунок 4 – Схема расстановки температурных скважин

2.15 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;

– снятие с конструкции опалубки и теплоизоляции разрешается не ранее достижения в контрольной точке требуемой прочности;

– 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 $M_п \leq 2$ 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.

2.16 Работы по монтажу арматурных сеток и каркасов, установке и разборке опалубки и

укладке бетонной смеси выполняет комплексная бригада, состав которой приведен в таблице 6.

Таблица 6 – Распределение операций по исполнителям

№ п/п	Состав звена по профессиям		Кол-во человек	Перечень работ
1	Бетонщик	IV р.	1	Укладка бетона в конструкцию, укрытие открытых поверхностей гидро- и теплоизоляцией
		III р.	2	Установка температурных датчиков и контроль температуры бетона
2	Плотник	IV р.	1	Установка и разборка деревянной и деревометаллической опалубки
		II р.	1	
3	Арматурщик	IV р.	1	Монтаж арматурных сеток и каркасов
		III р.	2	

3 ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ И ПРИЕМКЕ РАБОТ

3.1 Контроль качества прогрева монолитной конструкции методом «термоса» при отрицательных температурах воздуха производят в соответствии с требованиями СНиП 12-01-2004 «Организация строительства», СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования», СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство», СНиП 3.03.01-87 «Несущие и ограждающие конструкции» и ГОСТ Р 52085-2003 «Опалубка. Общие технические условия».

3.2 Производственный контроль качества электропрогрева осуществляют прорабы и мастера.

3.3 Производственный контроль включает входной контроль электротехнического оборудования, качества теплоизоляционных материалов для предварительного электропрогрева бетонной смеси, операционный контроль качества отдельных производственных операций и оценку соответствия требуемого качества монолитной конструкции в результате выдерживания методом «термоса» требованиям проекта.

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

3.5 При операционном контроле проверяют соблюдение состава подготовительных операций, технологии установка опалубки и арматуры, а также укладки теплоизоляционного

материала, укладки бетона в опалубку бетонируемой конструкции в соответствии с требованиями нормативных документов, процесс предварительного электроразогрева бетонной смеси перед укладкой и выдерживание бетона.

3.6 При оценке соответствия проверяют качество монолитной конструкции в результате инфракрасного обогрева.

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

3.8 Результаты операционного контроля и оценки соответствия фиксируются в журнале работ. Основными документами при операционном контроле и оценки соответствия выполненных работ являются технологическая карта и указанные в карте нормативные документы, перечень операций, контролируемых производителем работ (мастером), данные о составе, сроках и способах контроля, изложенные в таблице 7.

3.9 При утеплении опалубки контролируют:

– соответствие вида и толщины утеплителя расчету;

– качество установки теплоизоляционных материалов;

– отсутствие неутепленных мест.

Утепленную опалубку принимают до начала бетонных работ с оформлением акта освидетельствования скрытых работ.

Таблица 7 – Состав и содержание производственного контроля качества

Кто контролирует	Прораб или мастер								
Операции, подлежащие контролю	Операции при входном контроле	Подготовительные операции			Операции при предварительном электропрогреве бетонной смеси		Операции при устройстве монолитной конструкции		Операции при приемочном контроле
Состав контроля	Проверка изоляции и электрооборудования, размеров щитов опалубки и качества теплоизоляционных материалов	Устройство защитного ограждения и световой сигнализации на участке работ	Очистка основания опалубки, арматуры от снега, наледи. Установка щитов опалубки	Контроль температуры поступающей бетонной смеси	Контроль величины силы тока и напряжения в питающей сети	Контроль температуры бетона	Укладка бетонной смеси в конструкцию	Контроль прочности бетона	Соответствие готовой монолитной конструкции требованиям проекта
Методы контроля	Визуально-инструментальный				Визуально-инструментальный				Визуально-инструментальный
Время контроля	До начала бетонирования				В процессе электропрогрева бетона		В процессе бетонирования		После снятия щитов

					опалубки
Кто привлекается к контролю	Энергетик строительной организации	Мастер, прораб	Электромонтажник	Лаборатория	Лаборатория, технадзор

3.10 При выполнении бетонных работ контроль качества осуществляют на следующих этапах:

– приготовлении и транспортировании бетонной смеси;

– укладке бетонной смеси;

– выдерживании бетона методом термоса;

– приемке выполненной конструкции.

3.11 При приготовлении и транспортировании бетонной смеси необходимо контролировать:

– качество применяемых материалов для приготовления бетонной смеси и их соответствие требованиям ГОСТ;

– подготовленность бетоносмесительного, транспортного и вспомогательного оборудования;

– правильность подбора состава бетонной смеси;

– качество приготовления бетонной смеси;

– обеспечение сохранности требуемого качества смеси при транспортировании;

– температуру бетонной смеси на выходе из бетоносмесителя;

– температуру бетонной смеси при транспортировании;

– контроль качества бетона.

3.12 При укладке бетонной смеси необходимо контролировать:

– качество бетонной смеси;

– правила выгрузки и распределения бетонной смеси;

– температуру бетонной смеси;

– режим уплотнения бетонной смеси;

– порядок бетонирования и обеспечение монолитности конструкции;

– своевременность и правильность отбора проб для изготовления контрольных образцов бетона.

3.13 При укладке и уплотнении бетонной смеси, укладываемой в зимних условиях методом термоса, следует выполнять требования, приведенные в таблице 8.

Таблица 8 – Технические требования при укладке бетонной смеси

Технические требования	Предельные отклонения, мм	Контроль (метод, объем)
Температура бетонной смеси на выходе из смесителя: Только с добавкой П с другими добавками	 Не более 15°С Не более 30°С	Измерительный, при приготовлении каждой партии
Подвижность бетонной смеси	5…6 см	Стандартный конус, в каждой партии
Высота свободного сбрасывания бетонной смеси	Не более 1 м	Измерительный, во время укладки
Толщина укладываемых слоев бетонной смеси	180 мм	Визуально, при бетонировании
Шаг перестановки глубинных вибраторов	1,5 радиуса действия - 40…50 см	Измерительный, при бетонировании
Время уплотнения глубинным вибратором на одной стоянке	12…17 с	Измерительный, при бетонировании
Скорость передвижения виброрейки по поверхности плиты	0,5…1,0 м/мин	Измерительный, при бетонировании
Время укладки бетонной смеси С добавкой только П С другими добавками	 Не более 45…50 мин. Не более 120 мин.	Измерительный, при бетонировании
Температура уложенной бетонной смеси к началу термообработки	Не менее 0°С	Измерительный, по окончании бетонирования

3.14 При выдерживании бетона методом термоса контролируют:

– поддержание температурно-влажностного режима;

– предохранение твердеющего бетона от механических повреждений;

– время выдерживания бетона.

3.15 При производстве бетонных работ измеряется температура:

– наружного воздуха – не реже двух раз в смену;

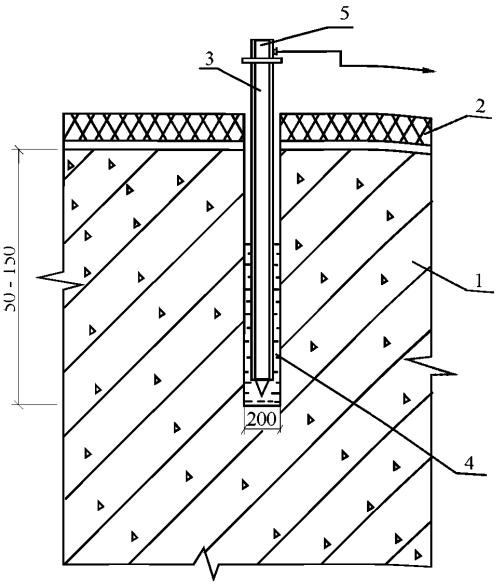
– бетонной смеси:

на месте ее приготовления и перед выгрузкой на месте укладки;

в уложенном слое до перекрытия новым слоем (не допускается снижение температуры бетона в уложенном слое ниже 5°С);

после укладки в конструкцию (через каждые два часа в первые сутки после окончания бетонирования и затем не реже двух раз в смену в течение трех суток твердения, а в последующие сутки один раз в смену в течение периода остывания бетона до 0°С).

3.16 Для контроля температуры бетона используются технические термометры со шкалой 100°С или электронные термометры с термодатчиками, показанные на рисунке 5.



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

Рисунок 5 – Установка термодатчика в обогреваемой конструкции

3.17 Измерение температуры термометрами осуществляется через наклонные под углом 45°С скважины диаметром 20 мм, которые заливаются на ¼ своей длины маслом.

Длина хвостовой части термометра, погруженного в скважину, должна позволять снимать его показания, не извлекая термометр из скважины. Глубина скважины при угле наклона 45°С составляет 50-100 мм.

Все отверстия для измерения температуры бетона пронумеровываются и наносятся на схемы конструктивного элемента.

3.18 Технические требования при выдерживании бетона методом «термоса» приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Технические требования при выдерживании бетона методом термоса

Технические требования	Величина параметра	Контроль (метод, объем)
1	2	3
Температура наружного воздуха	Не более 5°С среднесуточная, не более 0°С минимальная	Измерительный, до начала выдерживания
Скорость ветра	По данным измерения	Измерительный, до начала выдерживания
Температура бетона в	Не менее 5°С	Измерительный, через 1 час

процессе выдерживания методом термоса		первые три часа, каждые 2 часа в первые сутки, 2 раза в смену в последующем
Время выдерживания бетона	По расчету	Измерительный при выдерживании бетона
Прочность бетона монолитных и сборно-монолитных конструкций к моменту замерзания: для бетона без противоморозных добавок: конструкций, подвергающихся атмосферным воздействиям в процессе эксплуатации, для класса: В7, 5В10 В12, 5В25 В30 и выше для бетона без противоморозных добавок: 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	Не менее, % проектной прочности: 50 40 30 70	Измерительный по ГОСТ 18105-86*, журнал работ Измерительный по ГОСТ 18105-86*, журнал работ

Продолжение таблицы 9

1	2	3
в преднапряженных конструкциях	80	Измерительный по ГОСТ 18105-86*, журнал работ
для бетона с противоморозными добавками	К моменту охлаждения бетона до температуры, на которую рассчитано количество добавок, не менее 20 % проектной прочности	Измерительный по ГОСТ 18105-86*, журнал работ
Загружение конструкций расчетной нагрузкой допускается после достижения бетоном	Не менее 100 % проектной	Измерительный, 2 раза в смену, журнал работ
Температура воды и бетонной смеси на выходе из смесителя, приготовленной:		Измерительный, в местах, определенных ППР, журнал работ

на портландцементе, шлакопортландцементе, пуццолановом портландцементе марок ниже 600	Воды не более 70°С, смеси не более 35°С	
на быстротвердеющем портландцементе и портландцементе марки 600 и выше	Воды не более 60°С, смеси не более 30°С	Измерительный, в местах, определенных ППР, журнал работ
на глиноземистом портландцементе	Воды не более 40°С, смеси не более 25°С	Измерительный, в местах, определенных ППР, журнал работ
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:		Измерительный, журнал работ
от 2 до 5	Не более 20, 30, 40°С	
св. 5	Не более 30, 40, 50°С	

3.19 Показатели температуры бетонной смеси перед укладкой в опалубку в процессе твердения, а также температуры наружного воздуха записываются в специальный журнал в сроки, указанные в п. 3.15.

3.20 Контроль прочности монолитных конструкций после распалубливания следует определять в соответствии с требованиями ГОСТ 18105-86* «Бетоны. Правила контроля прочности», ГОСТ 22690-88 «Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля» или ГОСТ 17624-87 «Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности».

3.21 При приемке выдержанной конструкции проверяют:

– соответствие конструкции рабочим чертежам;

– соответствие качества бетона проекту;

– качество применяемых в конструкции материалов, полуфабрикатов и изделий.

3.22 Требования, предъявляемые к законченной конструкции, приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Требования к выполненным железобетонным конструкциям

Технические требования	Предельные отклонения, мм	Контроль (метод, объем)
Отклонения вертикальных поверхностей на всю высоту выверяемого участка	20…10	Измерительный, не менее 5 измерений
Отклонения горизонтальных плоскостей на всю	20	Измерительный, не

длину выверяемого участка		менее 5 измерений
Местные неровности поверхности бетона при проверке двухметровой рейкой, кроме опорных поверхностей	5	Измерительный, не менее 5 измерений
Длина и пролет элементов	20	Измерительный, не менее 5 измерений
Размер поперечного сечения элементов	+6,-3	Измерительный, не менее 5 измерений

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНЫ ТРУДА, ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 При производстве арматурных, опалубочных и бетонных работ необходимо соблюдать требования СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования», СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство», СП 12-135-2003 «Безопасность труда в строительстве. Отраслевые типовые инструкции по охране труда».

4.2 К производству работ по выдерживанию бетона методом термоса в зимних условиях допускаются лица, специально обученные, прошедшие проверку знаний, получившие удостоверение на право производства общестроительных работ, прошедшие медицинскую комиссию и прошедшие инструктаж по охране труда в соответствии с требованиями ГОСТ 12.0.004-90 «ССБТ. Организация обучения безопасности труда. Общие по-

4.3 Рабочим на время работы необходимо выдавать спецодежду, спецобувь и средства индивидуальной защиты в соответствии с действующими нормами и характером выполняемой работы.

4.4 В темное время суток обеспечивается освещение рабочих мест, проездов и проходов к ним в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.046-85 «ССБТ. Нормы освещения строительных площадок».

4.5 Рабочие места, в зависимости от принятой технологии производства работ, обеспечиваются согласно нормокомплекту оснасткой, средствами коллективной защиты и средствами связи и сигнализации.

4.6 При производстве работ, связанных с электроразогревом бетона в бункерах, помимо требований общих правил безопасного производства работ (СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования», СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство») следует руководствоваться ПОТ РМ-016-2001 «Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок», а также «Правилами технической

при эксплуатации электроустановок», а также «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», 2003.

4.7 Электробезопасность на строительной площадке, участках производства работ и рабочих мест обеспечивается в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.019-79* ССБТ. Электробезопсность. Общие требования и номенклатура видов защиты». Лица, занятые на строительно-монтажных работах, должны быть обучены безопасным способам ведения работ, а также уметь оказать первую доврачебную помощь при электротравме.

4.8 В строительно-монтажной организации назначается инженерно-технический работник, ответственный за безопасную эксплуатацию электрооборудования и устройств, имеющий квалификационную группу по электробезопасности не ниже IV.

4.9 Работы, связанные с присоединением (отсоединением) проводов, выполняются специалистами по электротехнике, имеющими соответствующую квалификационную группу по электробезопасности.

4.10 На весь период производства работ на строительных площадках устанавливаются знаки безопасности в соответствии с ГОСТ Р 12.4.026-2001.

5 ПОТРЕБНОСТЬ В МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РЕСУРСАХ

5.1 Потребность в материалах для проведения работ по выдерживанию бетона методом «термоса» приведена в таблице 11.

Таблица 11 – Основные материалы

№ п/п	Наименование	Материал	Количество
1	Пленка полиэтиленовая	По теплотехническому расчету	Площадь всех открытых поверхностей
2	Утеплитель	По теплотехническому расчету	Площадь всех открытых поверхностей
3	Опалубка	По проекту	По проекту

5.2 Потребность в машинах, механизмах, инвентаре и приспособлениях для работ по выдерживанию бетона методом «термоса» определяется с учетом специфики выполняемых работ, назначения и технических характеристик средств механизации в соответствии с таблицей 12.

Таблица 12 – Ведомость потребности в машинах, механизмах, инвентаре и приспособлениях при выдерживании бетона методом «термоса»

№ п/п	Наименование	Тип, марка, ГОСТ, ТУ	Ед. изм.	Кол.	Техническая характеристика
1	Токоизмерительные	Ц-91	шт.	1	

	клещи				
2	Бункер поворотный		шт.	1	Объем, $м^3$ 1,0
3	Диэлектрические перчатки галоши коврик	ТУ 38-106359-79	 пар. пар. шт.	 2 2 1	
4	Инвентарное сетчатое ограждение	ГОСТ 23407-78	$м^2$	75	h=1,5 м
5	Прожектор	–	шт.	2	Мощность, Вт 1000
6	Термометры технические (или электронные термометры с [illegible])		шт.	6	Предел измерения 100°С
7	Противопожарный щит	–	шт.	1	С углекислотными огнетушителями
8	Сигнальные лампочки	–	шт.	5	Напряжение, В 42
9	Устройство защитного отключения (УЗО)		шт.	1	

6 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

№ п/п	Наименование конструкции	Ед. изм.	На 1 $м^3$ бетона
1	Затраты труда (при электроразогреве бетона в бункере)	Чел.-ч	0,9
2	Расход электроэнергии (при электроразогреве бетонной смеси в бункере)	кВт·ч	54
3	Продолжительность остывания в зависимости от модуля поверхности, класса бетона, марки и расхода цемента	ч	В соответствии с таблицами 4 и 5

7 ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗОВАННОЙ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1 СНиП 12-01-2004 «Организация строительства».

2 СНиП 3.03.01-87 «Несущие и ограждающие конструкции».

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

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

5 ГОСТ 12.0.004-90 «ССБТ. Организация обучения безопасности труда. Общие положения».

6 ГОСТ 12.1.019-79* «ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты».

7 ГОСТ 12.1.046-85 «ССБТ. Строительство. Нормы освещения строительных площадок».

8 ГОСТ Р 12.4.026-2001 «ССБТ. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний».

9 ГОСТ 23407-78 «Ограждения инвентарные строительных площадок и участков производства строительно-монтажных работ. Технические условия».

10 ГОСТ Р 52085-2003 «Опалубка. Общие технические условия».

11 ГОСТ Р 52086-2003 «Опалубка. Термины и определения».

12 Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. Госэнергонадзор Минэнерго России, 2003 г.

13 Рекомендации по технологии возведения конструкций из монолитного бетона и железобетона. ОАО ПКТИпромстрой, М., 2007 г.

14 Рекомендации по применению в зимних условиях бетонных смесей, предварительно разогретых электрическим током. НИИЖБ Госстроя СССР, М., Стройиздат, 1969 г.15 Руководство по производству бетонных работ в зимних условиях, районах Дальнего Востока, Сибири и Крайнего Севера. ЦНИИОМТП Госстроя СССР, Москва, Стройиздат, 1982 г.

16 Руководство по зимнему бетонированию с применением метода термоса. НИИЖБ Госстроя СССР, М., Стройиздат, 1975 г.

17 Руководство по производству бетонных и железобетонных работ в зимних условиях. ЦНИИОМТП, Стройиздат, 1967 г.

18 Технологические правила по производству бетонных работ в зимнее время с использованием предварительного электрообогрева бетонной смеси. Белорусский Политехнический институт. Комбинат «Минскстрой».

19 Арбеньев А.В. Зимнее бетонирование с электроразогревом смеси. М., Стройиздат, 1970 г.

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

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

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

23 СанПиН 2.2.3.1384-03 Гигиенические требования к организации строительного производства и строительных работ.

Приложение А

ПРИМЕРЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОДУЛЯ ПОВЕРХНОСТИ «$M_п$» НЕКОТОРЫХ КОНСТРУКЦИЙ

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

$$M_п = \frac{\sum F}{V}.$$

Для упрощения подсчетом ниже приводится ряд формул, по которым можно определить $M_п$ конструкций разных очертаний:

лить $M_п$ конструкций разных очертаний:

а) для колонн и балок прямоугольного сечения со сторонами b_1 и b_2, м:

$$M_п = \frac{2}{b_1} + \frac{2}{b_2};$$

б) для колонн и балок квадратного сечения со стороной b:

$$M_п = \frac{4}{b};$$

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:

$$M_п = \frac{2}{b_1 m} + \frac{2}{hm};$$

где b_1 – наибольшая толщина стенки, м;

m – коэффициент, учитывающий заделку торцов оболочек пробками.

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

Приложение Б

ПРИМЕР ПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТОЙ

Исходные данные: монолитная железобетонная плита размерами а = 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 класса В30 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 = 30°С,

время укладки и уплотнения τ = 10 мин., расход цемента – 200 кг на м^3 бетона. Требуемая прочность к моменту замерзания бетона – 40% от R_{28}.

Решение:

а) определяется модуль поверхности охлаждения:

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

б) по таблице 3 определяется начальная температура бетона (после укладки и уплотнения) $t_{н.б.}$ при h = 500 мм, τ = 10 мин. и перепада температур Δt = 1°С, снижение температуры $t_{1°C}$ = 0,04°С при заданном перепаде $\Delta t = t_{тр} - t_{нв} = 30 - (-10) = 40°C$

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

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

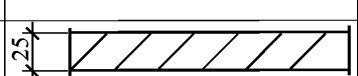
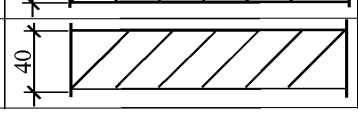
в) по таблице 4 для бетона класса В30 на портландцементе марки 400 с расходом цемента 200 кг/м^3 при температуре наружного воздуха $t_{н.в.}$ = -10°С, $M_п$ = 4 и начальной температурой бетона $t_{нб}$ = 28°С находящейся между значениями $t_{нб}$ = 20°С и $t_{нб}$ = 30°С методом интерполяции определяются:

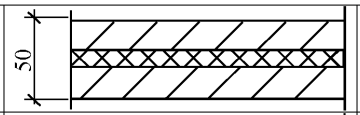
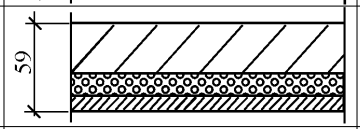
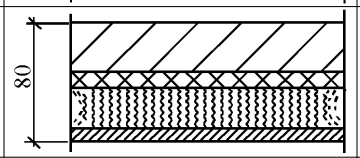
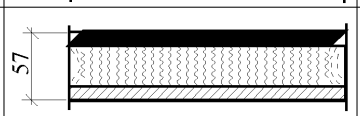
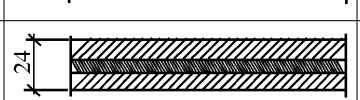
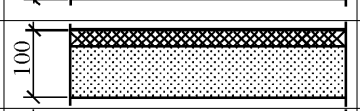
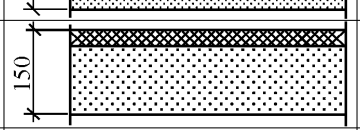
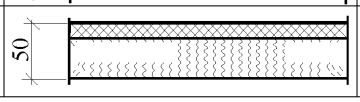
$$\text{продолжительность остывания } \tau_0 = \frac{(81 - 67) \times 2}{10} + 67 \approx 70 \text{ ч.}$$

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

г) по найденному коэффициенту «К» по таблице 13 определяется конструкция опалубки и тепловая защита: при «К» = 5,03 Вт/м^2°С подходит тип опалубки II, тепловая защита по таблице 13.

Таблица 13 – Конструкция опалубки и тепловой защиты

Тип опалубки	Конструкция опалубки	Материал опалубки	Толщина слоя, мм	Коэффициент «К», Вт/м^2×°С при скорости ветра, м/с		
				0	5	15
I		Доска	25	2,44	5,2	5,98
II		Доска	40	2,03	3,6	3,94

III		Доска Толь Доска	25 – 25	1,8	3	3,25
IV		Доска Пеноплас т Фанера	25 30 4	0,67	0,8	0,82
V		Доска Толь Вата минераль Фанера	25 – 50 4	0,87	1,07	1,1
VI		Металл Вата минераль Фанера	3 50 4	1,02	1,27	1,33
VII		Фанера Асбест Фанера	10 4 10	2,44	5,1	5,8
VIII		Толь Опилки	– 100	0,74	0,89	0,9
IX		Толь Шлак	– 150	1,27	1,77	1,87
X		Толь Вата минераль ная	– 50	1,01	1,31	1,37

Приложение В

ПРИМЕР ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА

Бетон класса В25

Режим остывания:

12 часов при 45°С

3 часа при 50°С

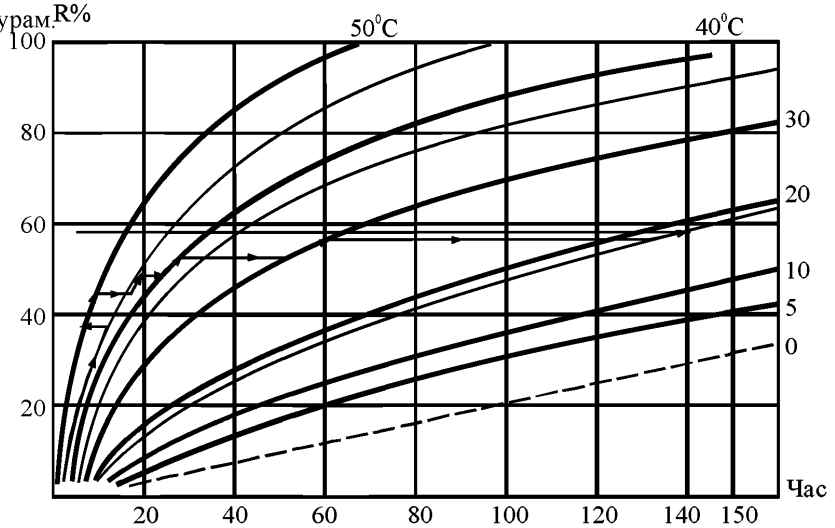
3 часа при 43°С

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 позволит получить 58% R_{28} прочности.

Приложение Г

ПРИМЕР РАСЧЕТА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МОЩНОСТИ

Определить требуемую мощность трансформатора для разогрева бетонной смеси в бункере, если известно, что:

– температура разогрева бетонной смеси $t_{бр} = 75°C$

– температура бетонной смеси после транспортирования $t_{тр} = 10°C$

– удельное сопротивление смеси $\rho = 600$ Ом см

– на площадке имеются бункера для разогрева бетонной смеси емкостью $q = 1{,}1$ м^3

– укладка бетонной смеси в конструкцию предполагается осуществлять краном с продолжительностью цикла $t_ц = 8$ мин.

– транспортирование бетонной смеси осуществляется автобетоносмесителем $V_{бт} = 4$ м^3

Решение

По данным условиям возможный поток укладки бетонной смеси в смену определяется по формуле:

$$П_б = \frac{q \times K_{вр} \times 480}{\tau_ц \times K_{зу}},$$

где: q – емкость бункера

$K_{вр}$ – коэффициент использования оборудования по времени (0,8)

$K_{ту}$ – коэффициент учета зимних условий (равный поправочному коэффициенту к нормам времени. Принят условно 1,3)

тогда поток укладки бетонной смеси в смену составит:

$$П_б = \frac{1{,}1 \times 0{,}8 \times 480}{8 \times 1{,}3} = 40{,}6 \text{ м}^3/\text{смену}$$

Расход электроэнергии для разогрева 1 м^3 бетонной смеси определяется по формуле:

$W_{эр} = 0{,}75 \times (t_{бр} - t_{тр})$ кВт ч/м^3,

где: $t_{бр}$ – температура разогретой бетонной смеси

$t_{тр}$ – температура бетонной смеси после транспортирования

0,75 – коэффициент, учитывающий расход электроэнергии для разогрева 1м^3 бетонной смеси на 1°С,

тогда:

$$W_{эр} = 0{,}75 \times (75\text{-}10) = 49 \text{ кВт ч/м}^3$$

Требуемая мощность трансформатора определяется по формуле:

$$P_{тр} = \frac{П_б \times W_{эр}}{8 K_{вр} \times \cos\varphi},$$

где: $П_б$ – поток бетонной смеси в смену

$W_{эр}$ – расход электроэнергии для разогрева 1 м^3 бетонной смеси

8 – количество часов в смену

$К_{вр}$ – коэффициент использования оборудования по времени. Принимаем 0,9

cos φ – при отдельном трансформаторе = 1,

тогда:

$$P_{тр} = \frac{40{,}6 \times 49}{8 \times 0{,}9 \times 1} = 276 \text{ кВа}$$

gost.e-ecolog.ru