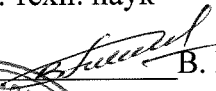
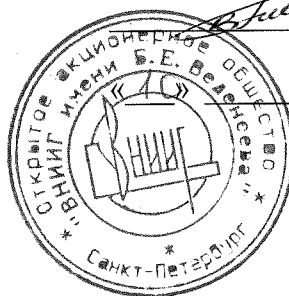


Открытое акционерное общество
«ВНИИГ им. Б.Е. ВЕДЕНЕЕВА»

УТВЕРЖДАЮ

Научный руководитель-
первый заместитель
генерального директора,
докт. техн. наук


В. Б. Глаговский



06 2012 г.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РЕГЛАМЕНТ
БЕТОНИРОВАНИЕ ЗАЩИТНОЙ ОБОЛОЧКИ
ЗДАНИЯ РЕАКТОРА 20UJA НОВОВОРОНЕЖСКОЙ АЭС-2
ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ НАРУЖНОГО ВОЗДУХА НИЖЕ +5°C

Договор «Разработка Технологических регламентов на производство бетонных работ
при строительстве конструкций здания 20UJA Нововоронежской АЭС-2»

NW2P.W.137.2.0UJA&&.&&&&.015.KB.0008

**КОНТРОЛЬНЫЙ
ЭКЗЕМПЛЯР**

Зав.лабораторией технологии бетона
и новых материалов, к.т.н.

Г.З. Костыря

С - Петербург – 2012 г.

ОАО «Атомэнергопроект»	
Единый технический архив	
Инв. №	2291/ПТР
Экз. №	1
Дата	05.12.2012

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Рук. сектора «Технологии бетонных
и ремонтных работ»



Мякишев В.В.

Рук. группы «Производства бетонных
и ремонтных работ»



Тютюнщиков Н.В.

Рук. группы «Технология бетонов
и новых материалов»
(Раздел 1.)



Бережная О.В.

Зав. лабораторией
«Статика и термика бетонных сооружений»
(Раздел 2.)



Добрецова И.В.

СОДЕРЖАНИЕ

	СТР.
ВВЕДЕНИЕ	4
ОБЩАЯ ЧАСТЬ.....	5
1. ТРЕБОВАНИЯ К МАТЕРИАЛАМ, БЕТОНУ И БЕТОННОЙ СМЕСИ	7
1.1. Требования к бетону и бетонной смеси	7
1.2. Требования к материалам для приготовления бетонной смеси В50W6F50.....	8
2. РАСЧЕТ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА И ТЕРМОНАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ВНУТРЕННЕЙ ЗАЩИТНОЙ ОБОЛОЧКИ РЕАКТОРНОГО ЗДАНИЯ 20 УА	9
2.1. Исходные данные к расчёту термонапряженного состояния одного яруса (блока) оболочки реактора.....	9
2.2. Основные характеристики расчетных вариантов и результаты расчетов.....	10
2.3. Результаты расчетов.....	15
2.4. Рекомендации по бетонированию.....	20
3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА БЕТОНИРОВАНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ВНУТРЕННЕЙ ЗАЩИТНОЙ ОБОЛОЧКИ РЕАКТОРНОГО ЗДАНИЯ 20УА.....	21
3.1. Технологическая схема укладки бетонной смеси в блок (кольцо) защитной оболочки с применением высокоподвижной бетонной смеси.....	23
3.2. Основные правила бетонирования.....	27
4. ПРОИЗВОДСТВО БЕТОННЫХ РАБОТ.....	29
4.1. Организация бетонных работ.....	29
4.2. Подготовительные работы.....	29
4.2.1. Опалубочные работы.....	30
4.2.2. Арматурные работы.....	31
4.3. Бетонные работы.....	32
5. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПРОИЗВОДИМЫХ РАБОТ.....	33
5.1. Контроль арматурных и опалубочных работ. Приемка блока к бетонированию.....	33
5.2. Контроль бетонной смеси.....	34
5.3. Контроль за выдерживанием бетона в конструкциях.....	35
5.4. Контроль качества бетона	40
5.4.1. Контроль качества бетона по физико-механическим характеристикам.....	40
5.4.2. Контроль качества бетона по деформативным характеристикам (в.ч. реологи- ческим и физико-техническим).....	41
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	44
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	45
Приложение №1. Схема расположения температурных скважин в бетонируемом блоке.....	46
Приложение №2. Свойства теплоизоляционных материалов.....	47
Приложение №3. Выписка из ГОСТ 26633-91.....	48
Приложение №4. Состав бетона для бетонирования защитной оболочки здания реактора 20 УА разработанный ОАО «ВНИИГ им.Б.Е.Веденеева»	50

ВВЕДЕНИЕ

Настоящий Технологический регламент разработан в соответствии с выданным Заказчиком техническим заданием в рамках Договора №3-304-840 «Разработка Технологических регламентов на производство бетонных работ при строительстве конструкций здания 20UJA Нововоронежской АЭС-2».

Технологический регламент включает следующие разделы:

- Общая часть;
- Требования к материалам для приготовления бетонных смесей; Требования к бетону и бетонной смеси.
- Расчеты температурного режима и термонапряженного состояния конструкции;
- Производство бетонных работ; Технологическая схема бетонирования.
- Контроль качества производимых работ.

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Действия настоящего Технологического Регламента распространяются на производство бетонных работ при возведении цилиндрической части внутренней защитной оболочки реакторного здания 20UJA Нововоронежской АЭС-2.

Регламент является дополнением к проекту производства работ, в котором приводится подробная информация о механизмах, оборудовании, технологической оснастке, монтажных работах, а также содержится информация о технике безопасности и мероприятия по защите рабочих зон.

В настоящем Технологическом регламенте представлена технология производства бетонных работ и требования к технологическим процессам, выполняемым при температуре наружного воздуха ниже +5°C.

При разработке Технологического регламента использовались рабочие чертежи оболочки реактора 10UJA: NW2P.D.120.2.0 UJA &&.013.DC.0014÷0020.

Относительной отметке 0.000 здания 20 UJA соответствует абсолютная отметка +119.600.

Цилиндрическая часть внутренней защитной оболочки реакторного здания 20UJA возводится из монолитного железобетона с проектными требованиями B50W6F50.

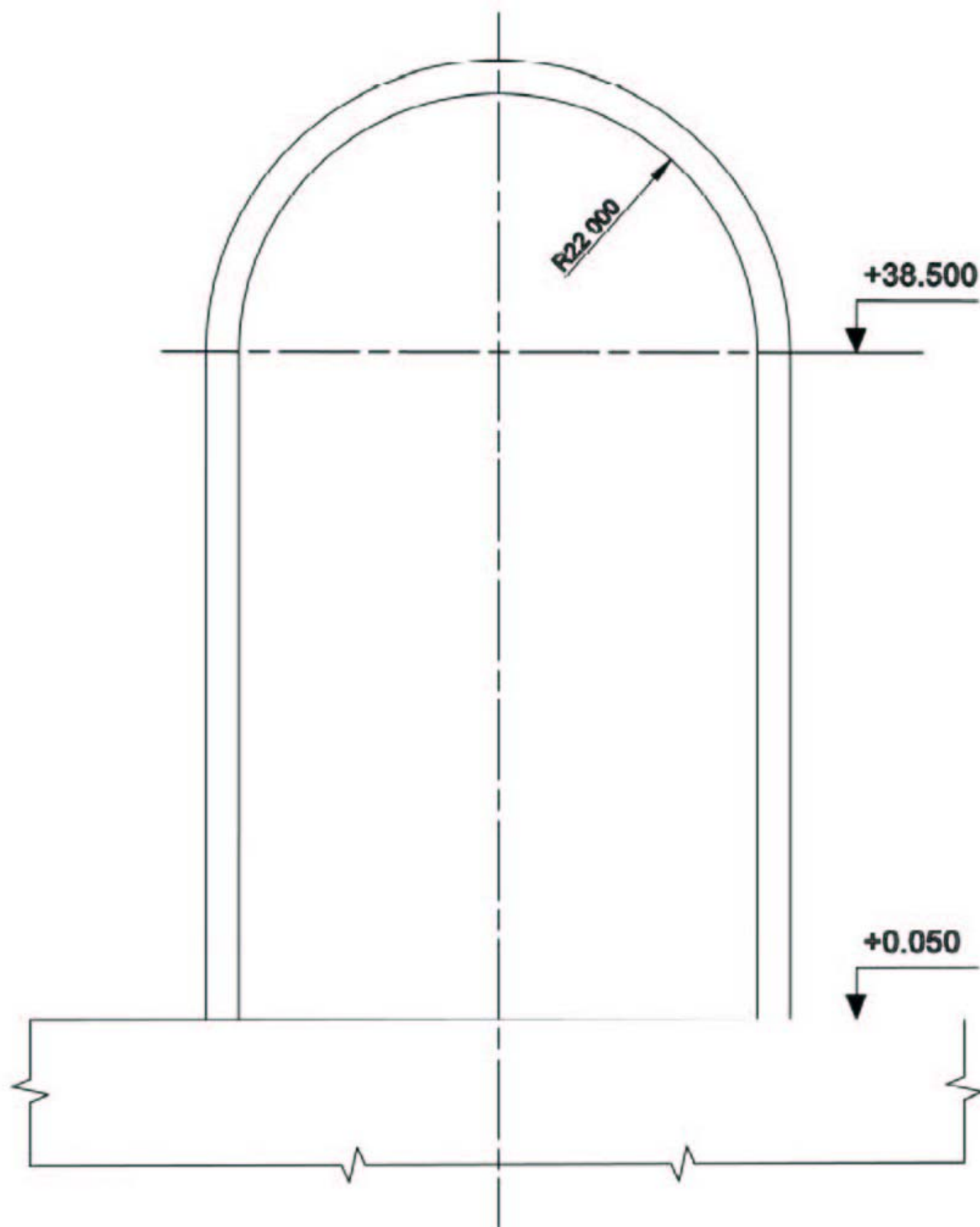


Рис.1. Общий вид внутренней защитной оболочки

1.1.7. Бетонирование цилиндрической части внутренней защитной оболочки реакторного здания 20UJA производится по карте №50СУБ ПМ-2/09, разработанной ОАО «ВНИИГ им.Б.Е.Веденеева» (см.Приложение 4).

1.2. Требования к материалам для приготовления бетонной смеси

B50W6F50

Для приготовления бетонной смеси используются следующие материалы:

- портландцемент марки М500Д0-Н без содержания активных минеральных добавок, удовлетворяющий требованиям ГОСТ 10178;
- в качестве крупного заполнителя применяется гранитный щебень ОАО «Павловскгранит» по ГОСТ 8267 в виде фракции от 5...20мм, марки по прочности не менее 1400, марки по морозостойкости F300, истинной плотностью 2,67 г/см³ и с лещадностью менее 15%. Содержание пылевидных частиц – не более 1%;
- песок – карьерный, соответствующий требованиям ГОСТ 8736, с модулем крупности $M_{кр}=1,9\div2,2$, истинной плотности 2,50÷2,70 г/см³, с содержанием ПиГ не более 2%.
- с целью обеспечения проектных марок по морозостойкости F50, водонепроницаемости W6 и регулирования кинетики твердения бетона применяется полифункциональная добавка ГПМ. Добавка ГПМ выпускается в виде жидкости и в виде порошка по ТУ 5745-008-53268843-2007.
- противоморозный компонент ***FNa*** (ТУ-5870-048-00369171-04);
- вода для затворения бетонной смеси должна соответствовать требованиям ГОСТ 23732.

2. РАСЧЁТЫ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА И ТЕРМОНАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ВНУТРЕННЕЙ ЗАЩИТНОЙ ОБОЛОЧКИ РЕАКТОРНОГО ЗДАНИЯ

2.1. Исходные данные к расчёту термонапряженного состояния одного яруса оболочки

Расчёты температурного режима и термонапряженного состояния яруса оболочки проводились с учетом следующей исходной информации:

- наружный радиус оболочки 23,2 м;
- толщина оболочки 1,2 м;
- оболочка опирается на перекрытие кольцевого коридора;
- бетонирование оболочки производится ярусами высотой 1,4 м.

Для расчётов температурного режима и термонапряженного состояния блоков бетонирования решалась осесимметричная задача.

Расчетная схема приведена на рис. 2.1. Принято, что ярус оболочки укладывается на всю длину окружности.

Модуль упругости «старого» бетона в основании принят 20 ГПа, грунта основания - 38 МПа. Для бетона плиты перекрытия В50 расход цемента составляет 425 кг/м³. Характеристики бетона и грунта основания, принятые в расчётах, приведены в таблицах 2.1÷2.3.

Рассматривались условия зимнего бетонирования (при температурах от + 5 °С до - 10°С).



Рис.2.1. Расчетная схема.

Таблица 2.1

Характеристики бетона и грунта основания

	Бетон	Основание
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°C)	2,04	1,575
Удельная теплоемкость, кДж/(кг·°C)	1,0	1,21
Объемная масса, кг/м ³	2500	1700
Коэффициент Пуассона	0,15	0,3

Таблица 2.2

Адиабатический подъем температуры, °C

Ц, кг/м ³	время, сут									
	0	1	2	3	5	7	11	14	21	28
425	0	29,5	46,8	53,1	58,9	62,5	66,7	68,7	70,4	71,8

Таблица 2.3

Модуль упругости в зависимости от возраста бетона

Возраст, сут.	0	3	5	7	14	28
Еб, ГПа	0	1,52	1,99	2,2	2,64	3

Таблица 2.4

Среднемесячная температура воздуха в г. Нововоронеж (СНиП)

Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Среднемесячная температура воздуха, °C	-9,8	-9,6	-3,7	6,6	14,6	17,9	19,9	18,6	13	5,9	-0,6	-6,2

2.2. Основные характеристики расчётных вариантов и результаты расчётов

Предполагается, что при бетонировании оболочки основным средством температурного регулирования для обеспечения термической трещиностойкости бетона является поверхностное охлаждение.

2.2.1. Бетонирование в зимних условиях

В условиях зимнего бетонирования на открытом воздухе при отрицательных температурах (до -10°C) интенсивность поверхностного охлаждения в начальный период рекомендуется регулировать за счет укладки бетона и выдерживания блоков бетонирования в утепленной опалубке. При этом верхняя поверхность яруса бетонирования должна быть укрыть тепловлагозащитным покрытием. Для поддержания в бетоне в период набора прочности благоприятного температурного режима предполагается использование электрообогрева в верхней части яруса и утепление боковых частей.

Предполагается, что температурное регулирование для обеспечения термической трещиностойкости бетона осуществляется за счет варьирования интенсивности поверхностного охлаждения. Рассматривались следующие способы температурного регулирования:

1) Снижение градиента температур «ядро блока – основание» путем прогрева подошвы блока бетонирования в зоне примыкания к основанию из «старого» бетона (греющие провода на контакте ярусов);

2) Снижение градиента температур «ядро блока – наружные поверхности» за счет:

- бетонирования и выдерживания блока в утепленной опалубке с коэффициентом теплопередачи $\beta=2,4$ ккал/(м·ч·°C);

- укрытия верхней поверхности яруса пологом;

- включения сразу после укладки бетона в ярус электрообогрева верхней поверхности яруса;

Температура основания (подошвы яруса) перед бетонированием должна быть не ниже +5°C.

Температура бетонной смеси после окончания внутриблочных работ принималась равной +12 ÷ +15°C.

На верхней поверхности задавались условия, при котором использовалось утепление теплоизоляционным материалом $\beta = 5 \div 10$ ккал/(м·ч·°C).

Характеристики расчетных вариантов приведены в таб. 2.5.

Результаты расчетов приведены в табл. 2.6, 2.7 на рис. 2.2. и пункте 2.3.

Таблица 2.5

Характеристики расчетных вариантов

№ вар.	Темп воздуха	β , на боковых поверхностях	β , на горизонтальной поверхности	Температура бетонной смеси	Темп. вдоль верхней поверхности (провода)	Примечание
	°C	ккал/м ² ·ч·°C	ккал/м ² ·ч·°C	°C	°C	
1	-10	1,2 до конца	20	10	10	Утепление без обогрева
7	-10	2,4 до конца	10	15	10	Утепление без обогрева
8	-10	2,4 до 8 суток, дальше 20	10	10	10	Утепление с обогревом: 4 сут 15°C; 6 сут - 12°C; 10; сут - 10°C
9	-5	2,4 до 10 суток, дальше 20	10	10	5	Утепление с обогревом: 4 сут 14°C; 6 сут - 12; 10 сут - 10°C
11	-10	2,4 до 10 суток, дальше 20	10	10	15	Утепление с обогревом: 4 сут 10°C; 6 сут - 8; 10 сут - 5°C

Таблица 2.6

Параметры термонапряженного состояния яруса бетонирования оболочки

N вар.	Темп возд.	Коэффици- ент теплопе- редачи опалубки β	Время выдер- живания в опа- лубке	Коэффици- ент тепло- передачи на гори- зонтальной поверхно- сти β	Темпера- тура бе- тонной смеси	Условия на боковых по- верхностей яруса	Макс темпера- тура бе- тонной смеси	Макс. темп. градиент «ядро – горизон- тальная поверх- ность яруса»	Макс. темп. гра- диент «ядро – боковая поверх- ность» на высоте 0,2м	Макс. темп. гра- диент «яд- ро – боко- вая по- верхность» на высоте 0,7м	Макс. темп. градиент «ядро – боковая поверх- ность» на высо- те 1,2м	Макс. напр. в возрасте 10 сут.	Макс. напр. в возрасте 30 сут.
	°С	ккал/м ² ч° С	сут.	ккал/м ² ч°С	°С	-	°С	°С	°С	°С	°С	МПа	МПа
1	-10	1,2	до конца	20	10	Утепление без обогрева	44,0	31,7	10,8	8,3	3,2	2,7	4,1
2	-10	2,4	до конца	10	15	Утепление без обогрева	41,1	29,0	7,6	13,6	5,7	3,7	4,5
3	-10	2,4	8	10	10	Утепление с обогревом: 4 сут 15°С; 6 сут - 12°С; 10; сут - 10°С	38,5	26,8	7,3	12,8	10,6	2,7	3,1
4	-5	2,4	10	10	10	Утепление с обогревом: 4 сут 14°С; 6 сут - 12; 10 сут - 10°С	38,2	28,4	6,2	11,3	4,3	2,7	3,2
5	-10	2,4	10	10	10	Утепление с обогревом: 4 сут 10°С; 6 сут - 8; 10 сут - 5°С	39,4	25,1	9,1	14,5	18,0	2,9	3,5

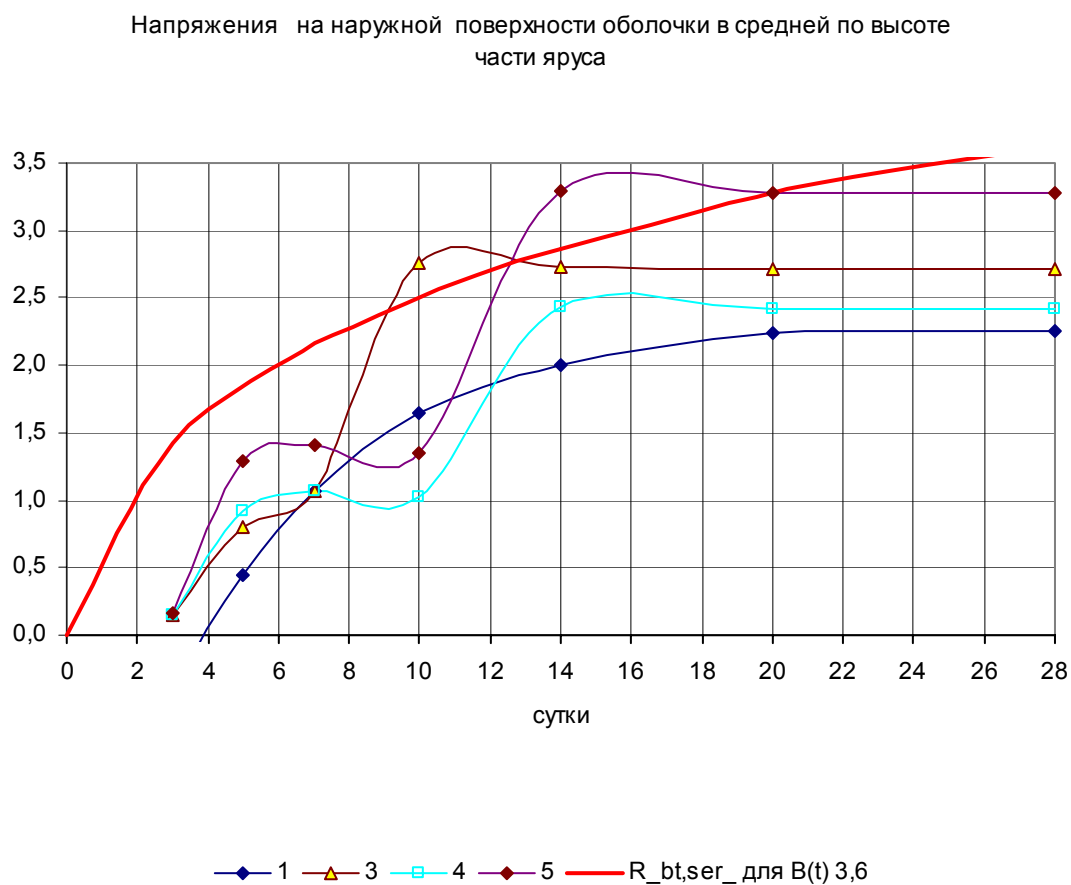
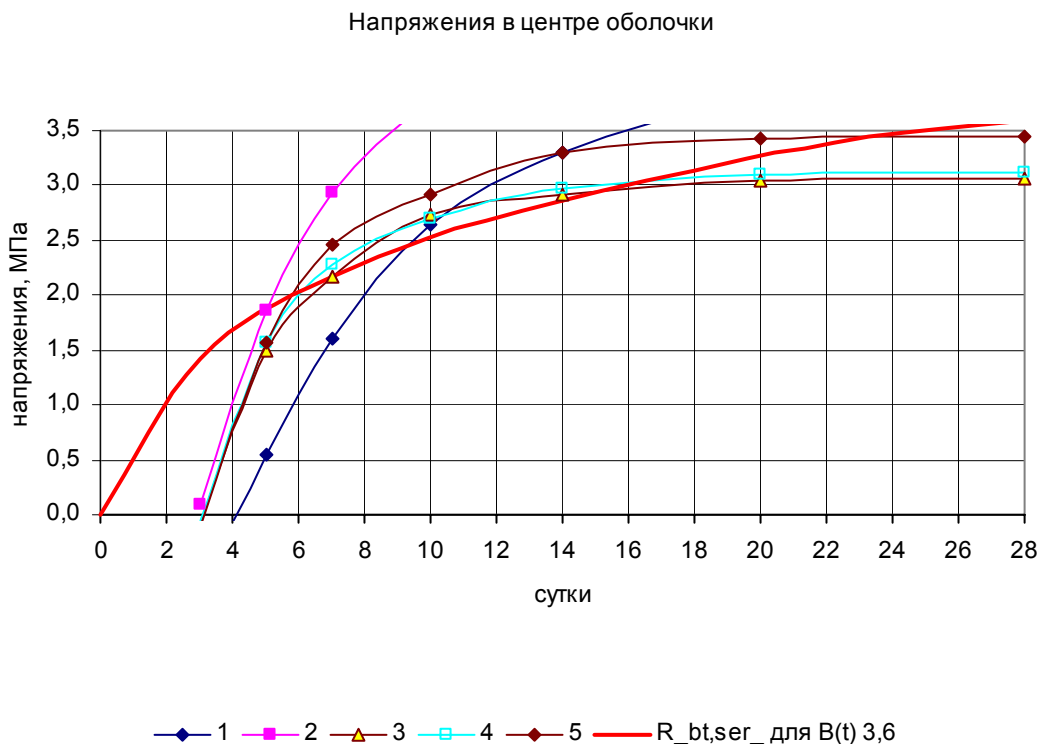


Рис. 2.2. Изменение во времени напряжений в различных точках оболочки

Максимальные температуры в блоке бетонирования достигаются на 2 сутки после начала бетонирования.

Значения максимальных градиентов «ядро – боковая поверхность» составляют в нижней части яруса +6÷+11°C соответственно при $\beta=2,4$ и 1,2, в средней части +8÷+15°C, в верхней части +6÷+18°C (в вариантах с пологом наверху) и +3°C в варианте без полога (№1). При определении градиентов по ширине оболочки за температуру поверхности бетона принимается температура непосредственно на поверхности.

В блоке бетонирования на момент окончания общего разогрева имеют место горизонтальные сжимающие напряжения. Затем, когда начинается процесс общего остывания оболочки, сжимающие напряжения уменьшаются и постепенно переходят в растягивающие. Максимальные растягивающие напряжения наблюдаются в центральной по высоте части оболочки. При этом в центре оболочки напряжения монотонно возрастают до 14 суток и далее почти не растут. На поверхности оболочки наблюдается скачек напряжений после снятия опалубки. Значения максимальных напряжений в начальный период составляют 2,7÷3,7 МПа в зависимости от варианта, к концу расчетного периода 3,1 ÷ 4,1 МПа.

Расчеты показали, что для создания благоприятного температурного режима в блоке бетонирования при температурах воздуха минус 5 ÷ минус 15 градусов параметры температурного регулирования необходимо подбирать на основании вариантов №3,4,5 ориентируясь на графики изменения температур в блоке бетонирования.

Исходя из полученного уровня напряжений, можно сделать вывод о том, что при бетонировании зимой необходимо обеспечить сопротивление осевому растяжению в возрасте 28 сут от 2,5 до 3,6 МПа (табл. 2.7), что соответствует классу бетона по прочности на осевое растяжение B_t2 (Гост 26633-91, СП 52-101-2003) (см. Приложение 2).

Таблица 2.7

Расчетные значения сопротивления бетона осевому растяжению для предельных состояний 2-й группы

Возраст бетона, сут	0	3	7	14	28
R _{bt, ser} , МПа для класса B50	0,0	1,0	1,5	2,0	2,5
R _{bt, ser} , МПа для класса B _t 2	0	1,43	2,17	2,86	3,6

2.3. Результаты расчетов

Вариант 1

Осесимметричная задача

Внутренняя оболочка все кольцо

Толщина	1,2 м
высота бло	1,4 м

Т бет.см.= 10

Т возд. = -10

темп.старого бетона 5

темп. основания 0

С учетом ползучести

Расход цемента, кг/м3.

425

В50

ветта

снимается через, сут

Опалубка блока	1,2	-
верхняя поверхн	20	

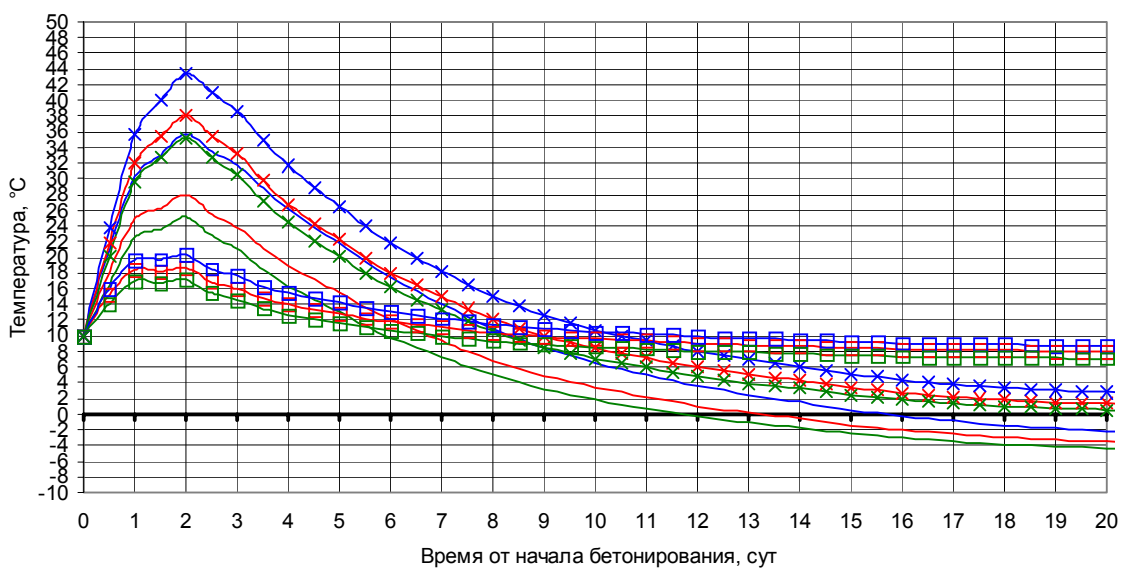
Температура вдоль боковых поверхн блока нет обогрева

Температура вдоль верхней поверхности 10 до конца расч. Периода

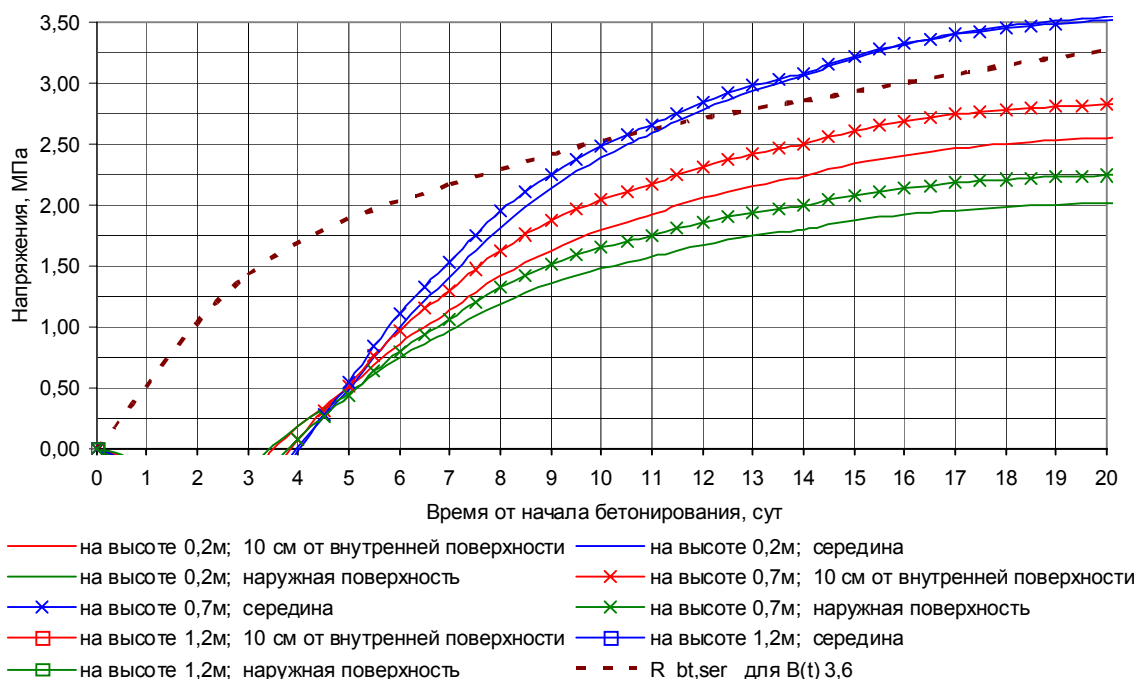
Модуль упругости старого бетона 20ГПа

модуль упругости основания 38 МПа

Изменение во времени температур в различных точках оболочки



Изменение во времени напряжений в различных точках оболочки



Вариант 2

Осесимметричная задача

Внутренняя оболочка все кольцо

Толщина	1,2 м
высота бло	1,4 м

Т бет.см.= 15

Т возд. = -10

темп.старого бетона 0

темп. основания 0

С учетом ползучести

Расход цемента, кг/м3.

425

В50

ветта

снимается через, сут

Опалубка блока	2,4	-
верхняя поверхн	10	

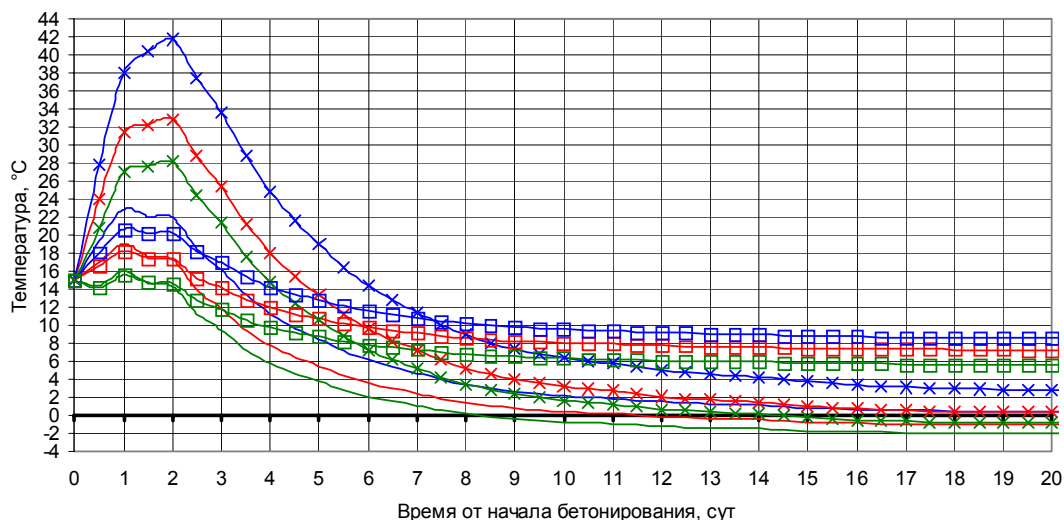
Температура вдоль боковых поверхн блока нет обогрева

Температура вдоль верхней поверхности 10 до конца расч. Периода

Модуль упругости старого бетона 20ГПа

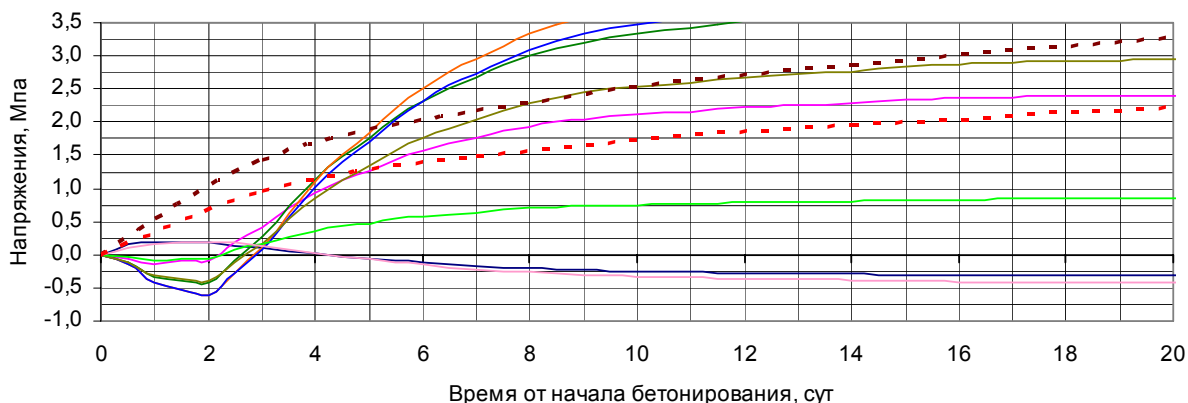
модуль упругости основания 38 МПа

Изменение во времени температур в различных точках оболочки



- на высоте 0,2м; 10 см от внутренней поверхности
- на высоте 0,2м; середина
- на высоте 0,2м; наружная поверхность
- на высоте 0,7м; 10 см от внутренней поверхности
- на высоте 0,7м; середина
- на высоте 0,7м; наружная поверхность
- на высоте 1,2м; 10 см от внутренней поверхности
- на высоте 1,2м; середина
- на высоте 1,2м; наружная поверхность

Изменение горизонтальных напряжений в середине оболочки во времени в различных точках по высоте, с учетом ползучести



- 0
- 0,2
- 0,4
- 0,6
- 0,8
- 1
- 1,2
- 1,4
- R_bt,ser_ для B(t) 3,6
- R_bt,ser_ для В50

Вариант 3

Осесимметричная задача

Внутренняя оболочка все кольцо

Толщина	1,2 м
высота бло	1,4 м

Т бет. см. = 10

Т возд. = -10

темп. старого бетона 0

темп. основания 0

С учетом ползучести

Расход цемента, кг/м3.

425

B50

ветта снимается через, сут

Опалубка блока	2,4	8	
верхняя поверхн	10		

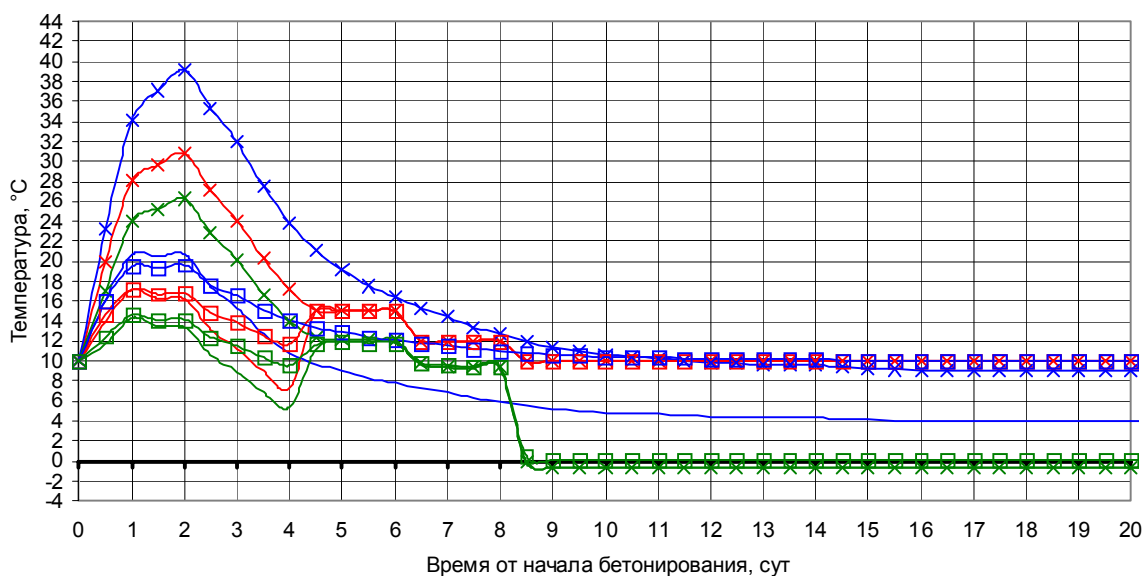
Температура вдоль боковых поверхн блока 4 сут 15, 6 сут - 12; 8 сут - 10 до конца

Температура вдоль верхней поверхности 10 до конца расч. Периода

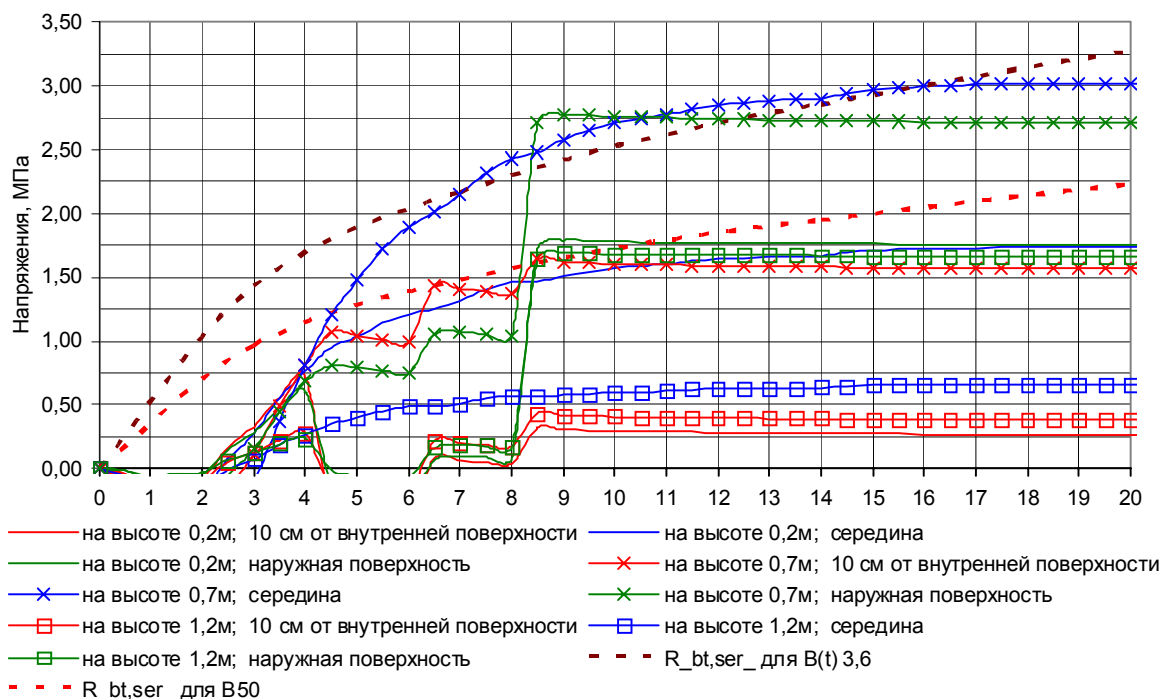
Модуль упругости старого бетона 20 ГПа

модуль упругости основания 38 МПа

Изменение во времени температур в различных точках оболочки



Изменение во времени напряжений в различных точках оболочки



Вариант 4

Осесимметричная задача

Внутренняя оболочка все кольцо

Толщина	1,2 м
высота бло	1,4 м

Т бет. см. = 10

Т возд. = -5

темпер. старого бетона 0

темпер. основания 0

С учетом ползучести

Расход цемента, кг/м³.

425

B50

ветта

снимается через, сут

Опалубка блока	2,4	8	
верхняя поверхн	10		

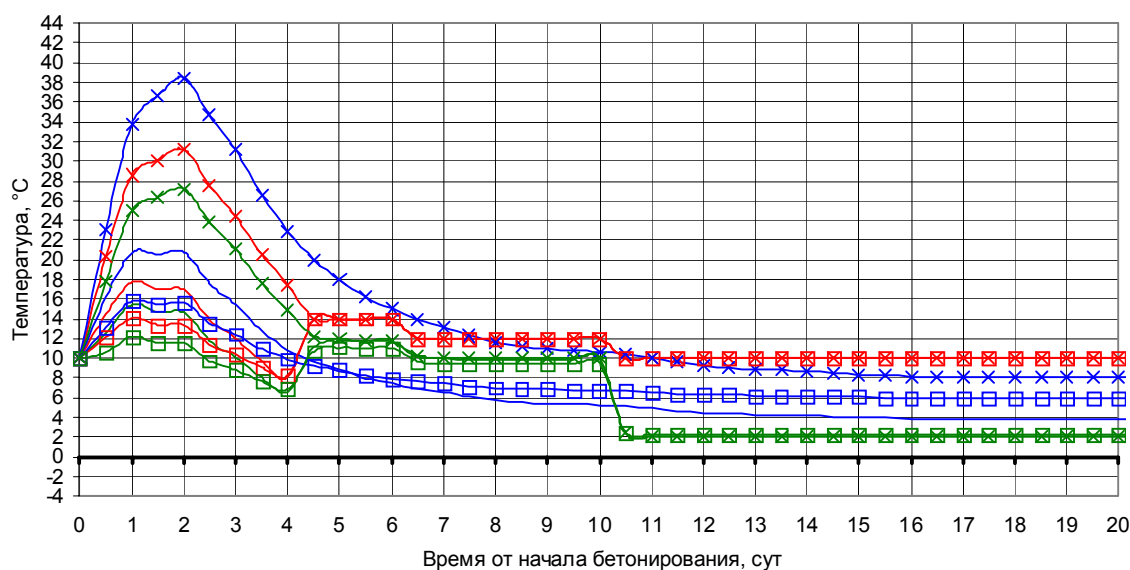
Температура вдоль боковых поверхн блока 4 сут 14, 6 сут - 12; 10 сут - 10 до конца

Температура вдоль верхней поверхности 5 до конца расч. Периода

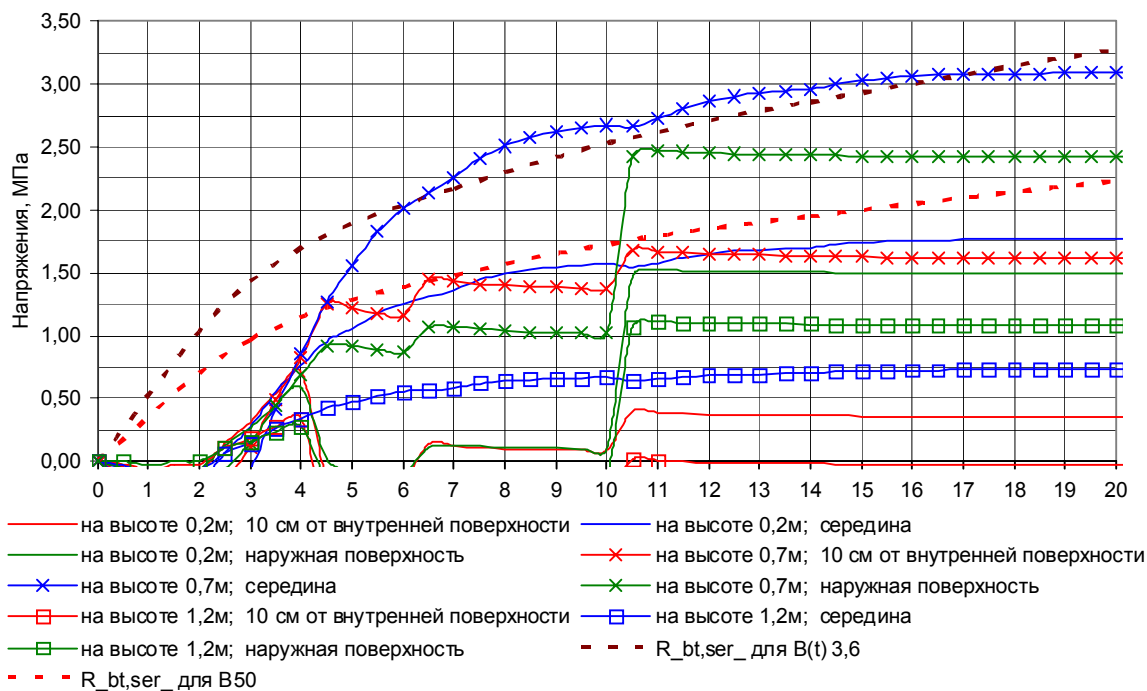
Модуль упругости старого бетона 20 ГПа

модуль упругости основания 38 МПа

Изменение во времени температур в различных точках оболочки



Изменение во времени напряжений в различных точках оболочки



Вариант 5

Осесимметричная задача

Внутренняя оболочка все кольцо

Толщина	1,2 м
высота бло	1,4 м

Т бет.см.= 10

Т возд. = -15

темп.старого бетона 0

темп. основания 0

С учетом ползучести

Расход цемента, кг/м3.

425

В50

ветта

снимается через, сут

Опалубка блока	2,4	8	
верхняя поверхн	10		

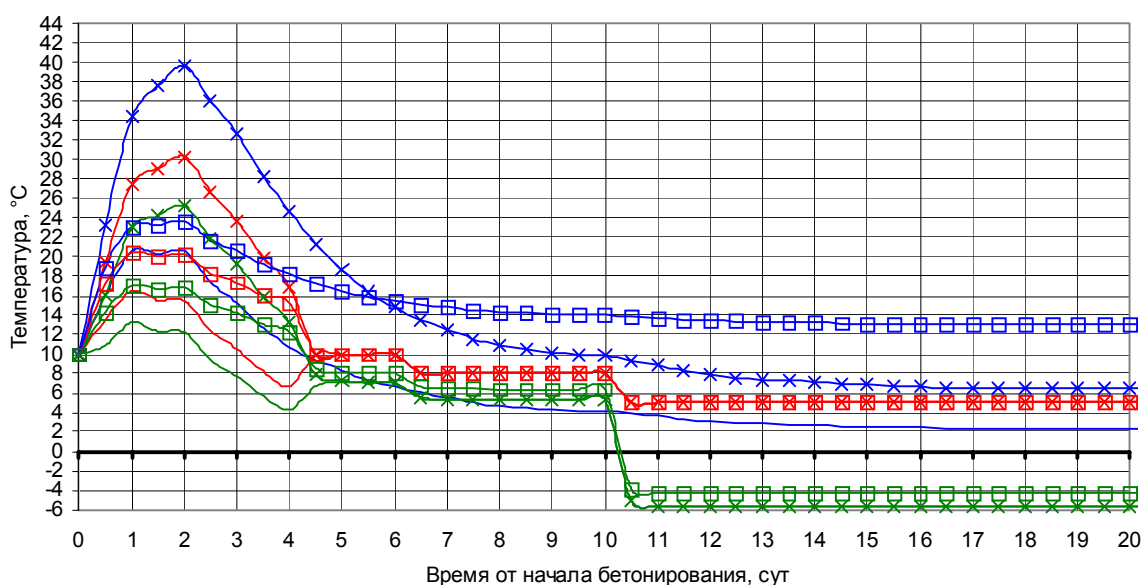
Температура вдоль боковых поверхн блока 4 сут 10, 6 сут - 8; 10 сут - 5 до конца р

Температура вдоль верхней поверхности 15 до конца расч. Периода

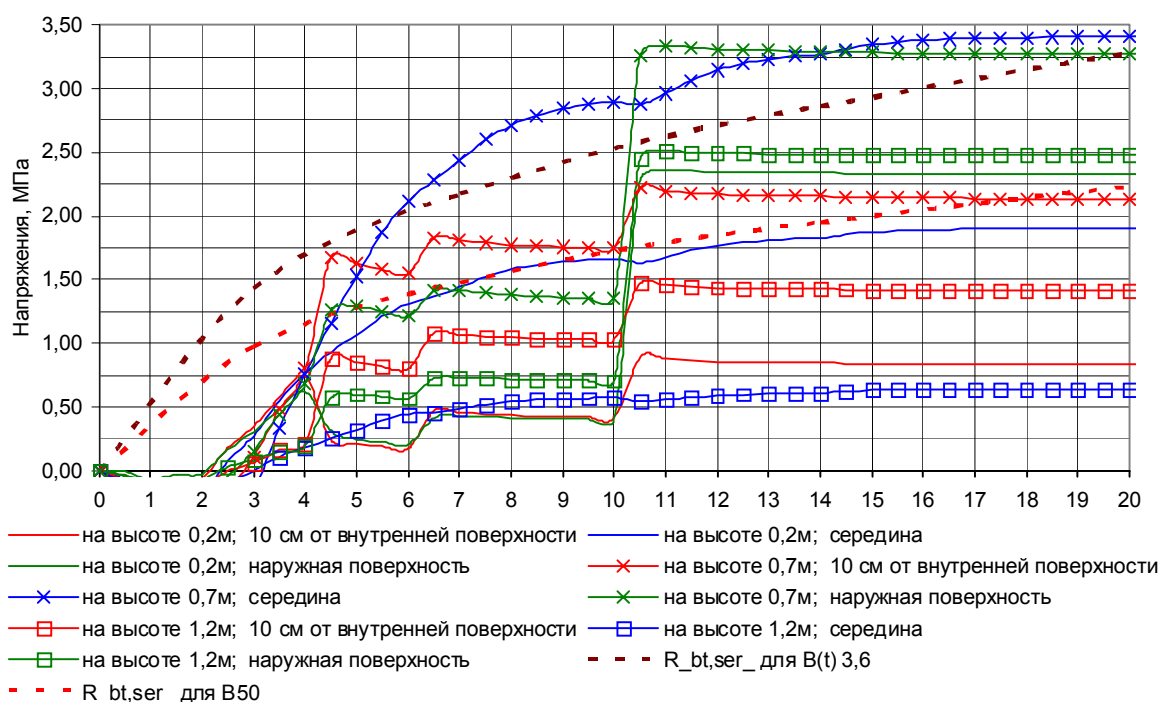
Модуль упругости старого бетона 20ГПа

модуль упругости основания 38 МПа

Изменение во времени температур в различных точках оболочки



Изменение во времени напряжений в различных точках оболочки



2.4. Рекомендации по бетонированию

На основании оценки температурного режима и термонапряженного состояния внутренней оболочки реактора в рассмотренных условиях (при средних за период температурах воздуха минус 10°C) рекомендуется следующее:

- a. Бетонирование на открытом воздухе (без обустройства тепляка) проводить при температурах воздуха не ниже минус 10°C.
- b. Бетонирование оболочки можно проводить без разбивки на захватки (целиком ярус высотой 1,4 м по всей окружности оболочки).
- c. Прочность бетона на растяжение должна быть находится в пределах от 2,5 до 3,6 МПа (ГОСТ 26633-91, СП 52-101-2003).
- d. Температура бетонной смеси после окончания внутриблочных работ должна быть не выше +15°C и не ниже +12°C.
- e. Бетонирование яруса проводить в утепленной опалубке и утепленной металлической оболочкой с коэффициентом теплопередачи $\beta=2,4 \div 2,6$ ккал/(м·ч·°C) (например, пеноплекс толщиной 10мм или теплоизоляционными матами).
- f. Горизонтальную поверхность яруса необходимо укрыть пологом из тепловлагозащитного покрытия.
- g. Сразу после укладки бетона в блок необходим прогрев верхней горизонтальной поверхности блока с использованием греющих проводов таким образом, чтобы избежать промораживания бетона. Температура на расстоянии 5÷10см от горизонтальной поверхности на уровне +5÷+15°C в зависимости от температуры наружного воздуха (см. варианты №№3÷5).
- h. Температура основания (подшвы яруса) перед бетонированием должна быть не ниже +5°C.

3.ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА БЕТОНИРОВАНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ВНУТРЕННЕЙ ЗАЩИТНОЙ ОБОЛОЧКИ РЕАКТОРНОГО ЗДАНИЯ 20UJA

До начала работ по бетонированию цилиндрической части внутренней защитной оболочки должны быть произведены работы по монтажу вспомогательных несущих элементов герметичной защитной оболочки, включая саму герметичную оболочку толщиной 6мм в соответствии с проектом NW2P.D.120.2.0UJA&&.&&&&.012.DC.0014, установлены закладные детали и каналобразователи.

Бетонирование производится ярусами высотой 1,4 м (см. рис.3.1.) в радиусной ба-
лочно-ригельной опалубке PSK-CLASSIC. Подача бетонной смеси производится при по-
мощи автобетононасоса и стационарных бетонораздаточных стрел.

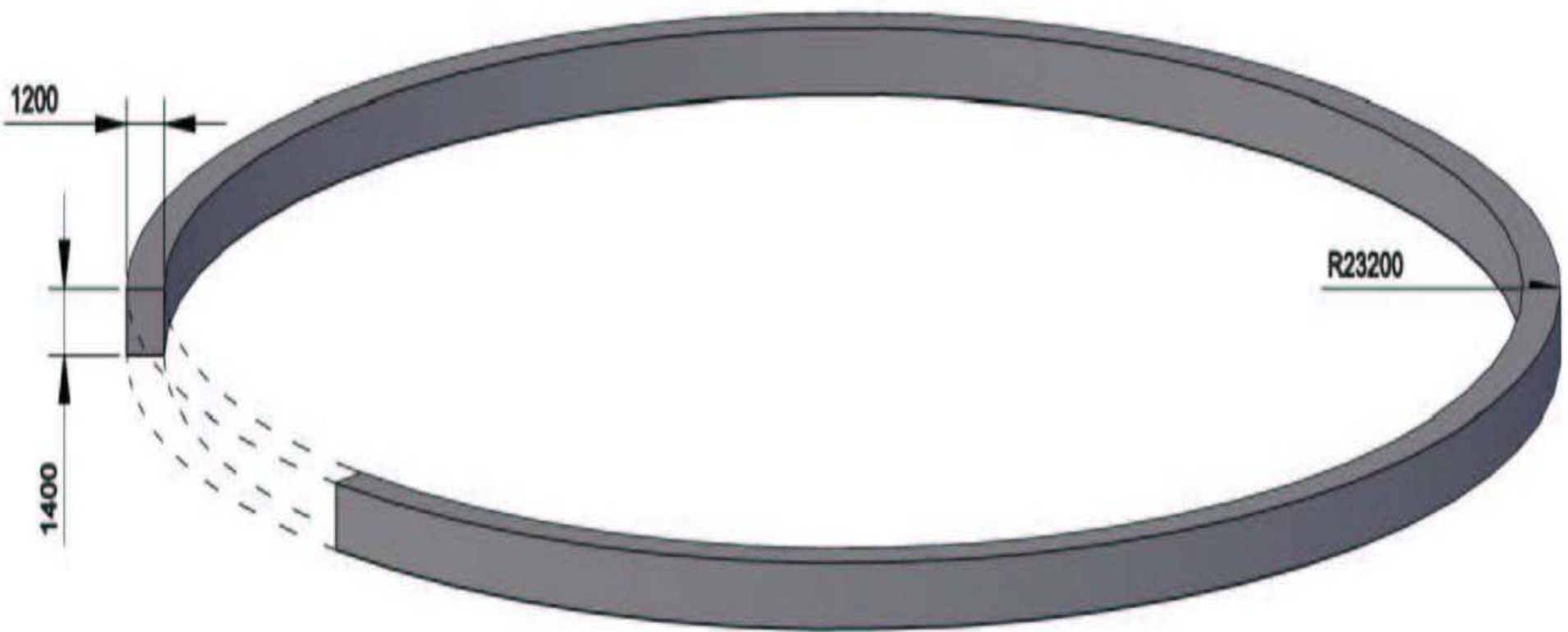


Рис. 3.1. Основные размеры яруса бетонирования

3.1. Технологическая схема укладки бетонной смеси в блок (кольцо) защитной оболочки с применением высокоподвижной бетонной смеси.

Подача бетонной смеси в блоки осуществляется последовательно в каждую точку подачи в соответствии со схемой см.рис.3.2. Количество точек подачи – 24 шт.

При бетонировании конструкция внутренней защитной оболочки условно разделена на 4 зоны бетонирования.

Каждая зона определена для работы одного бетононасоса (на рис.3.3. зоны показаны разными цветами, нумерация бетононасосов также принята условно). Бетонирование следует начинать одновременно с противоположных сторон с оси В^Р, двигаясь навстречу к оси З^Р.

Бетонная смесь укладывается в конструкцию в четыре слоя высотой 300÷400мм каждый с интенсивностью бетонирования 50÷60 м³/ч, см. рис. 3.4. Интенсивность бетонирования рассчитана, исходя из условий твердения бетона, времени перекрытия слоев и высоты подъема слоя.

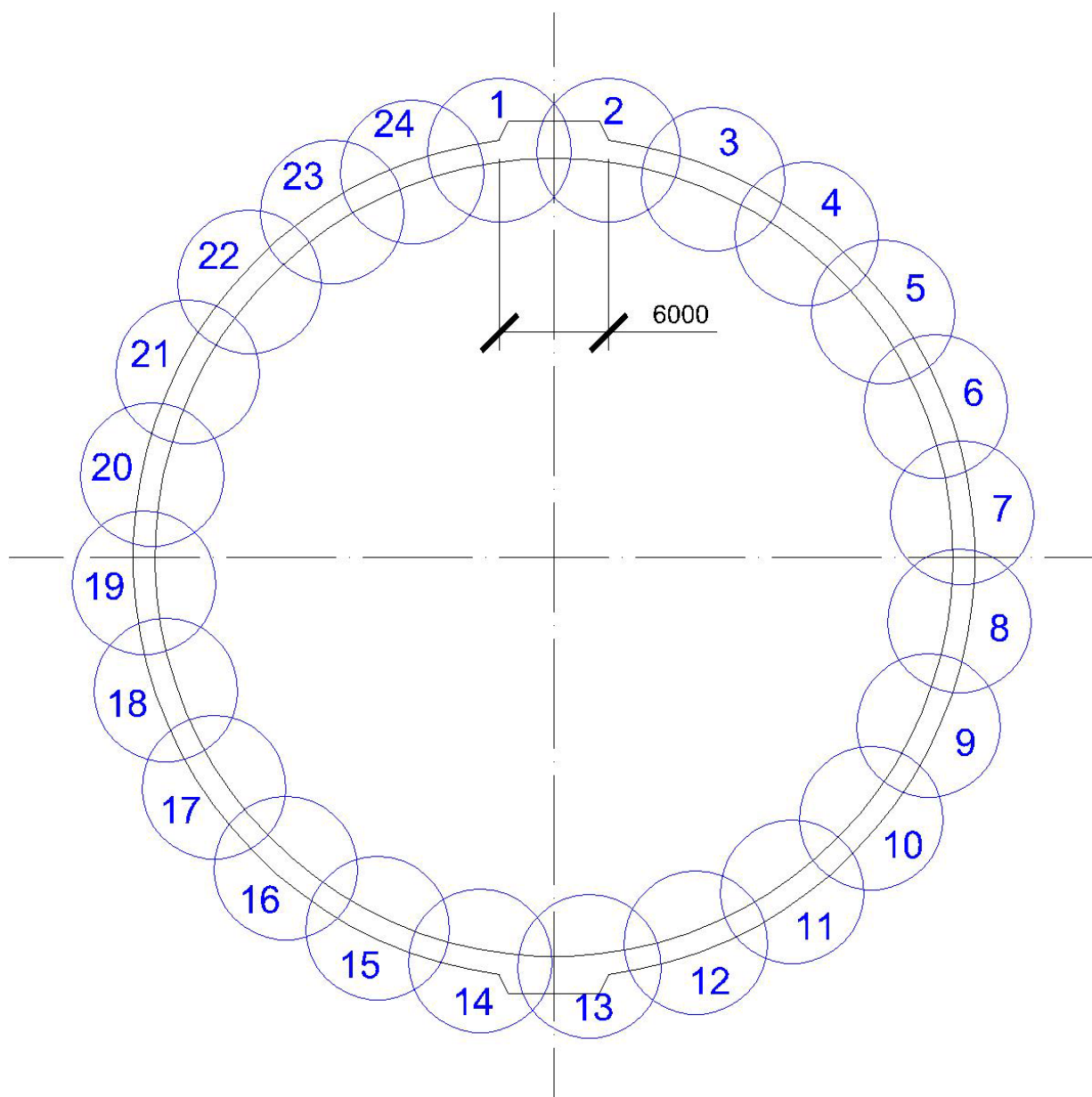


Рис.3.2. План-схема точек подачи бетонной смеси в ярус бетонирования

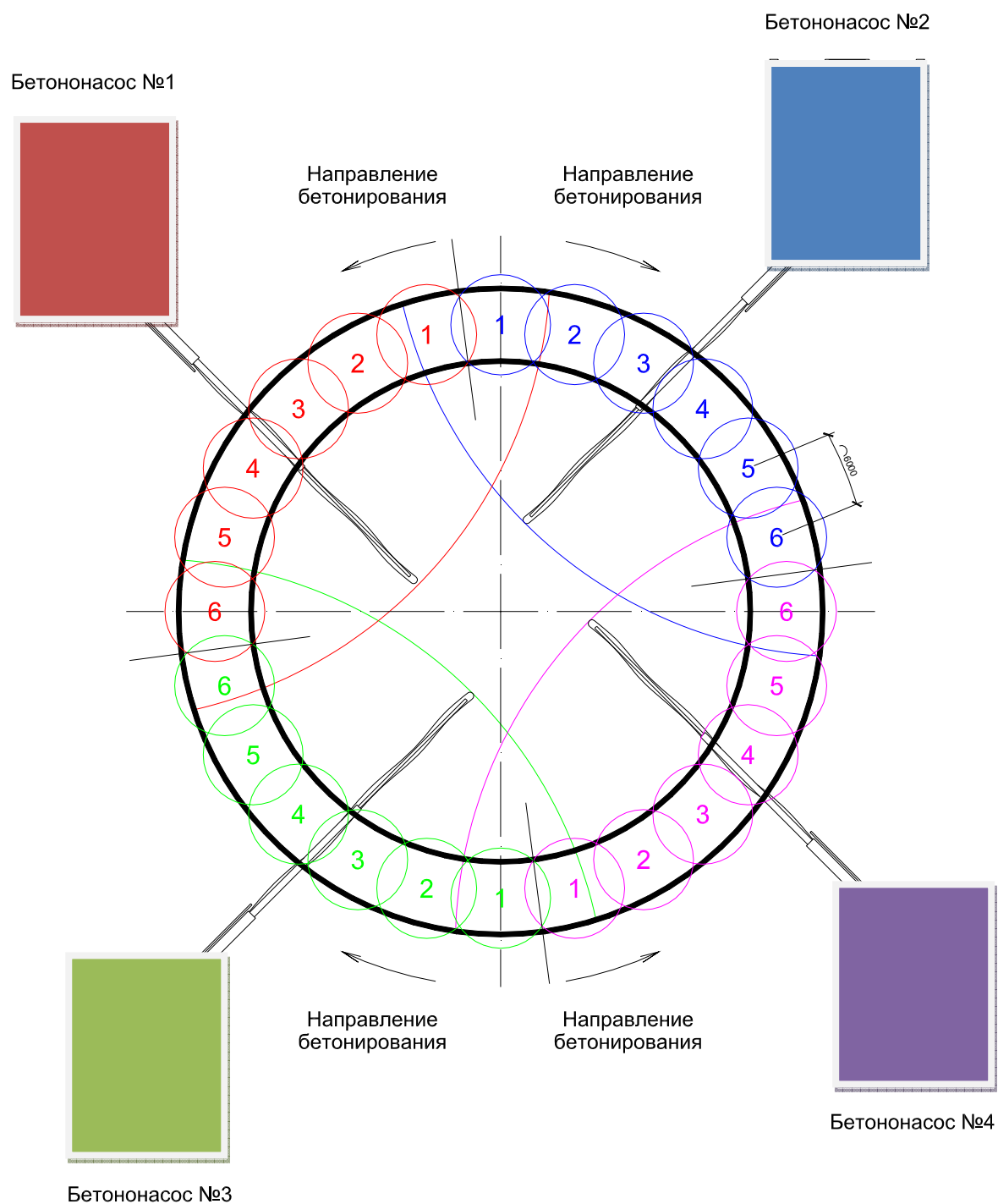


Рис.3.3. Схема укладки бетонной смеси в ярус бетонирования

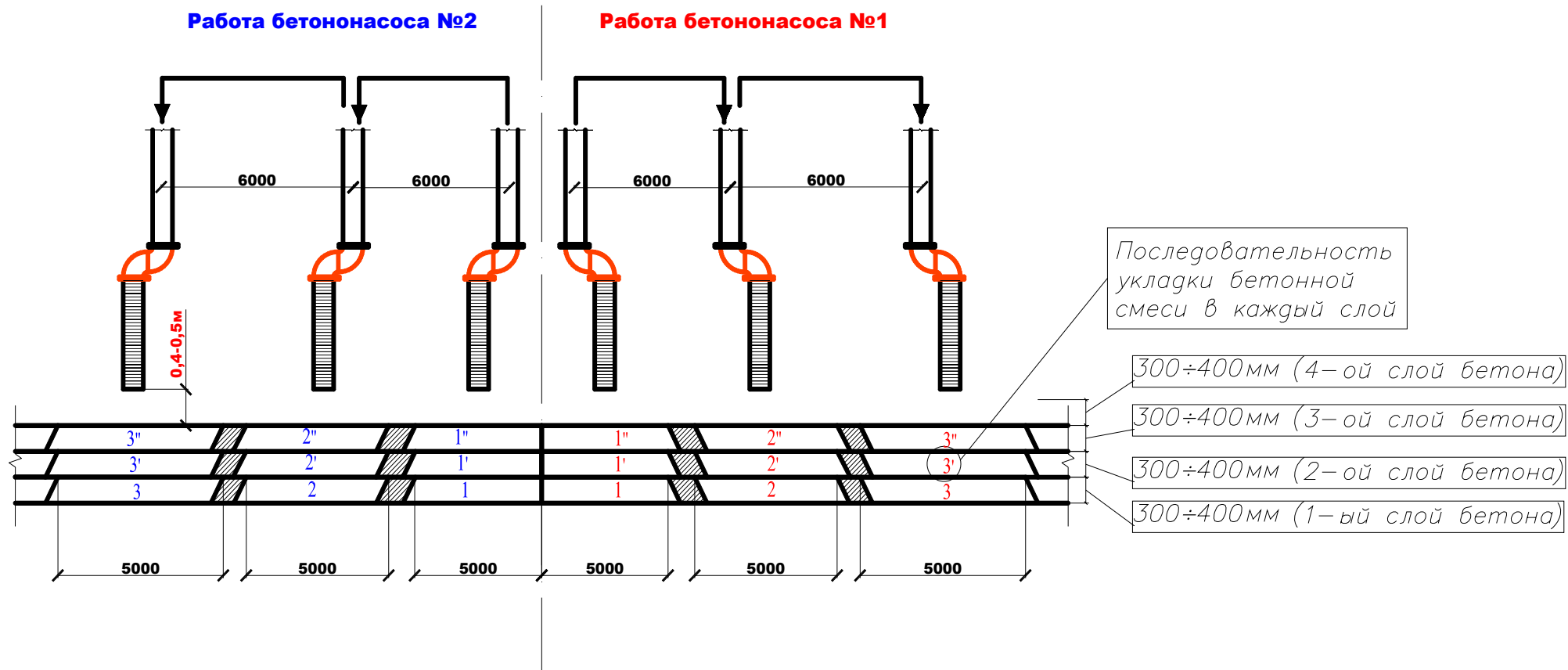


Рис.3.4. Схема укладки слоев бетона при бетонировании внутренней защитной оболочки

3.2. Основные правила бетонирования

При бетонировании ярусов максимальная нагрузка от сырого бетона на герметичную оболочку не должно превышать – 0,015 МПа для этого необходимо строго придерживаться схемы бетонирования.

За сутки до бетонирования на бетонном заводе отработать состав бетонной смеси на сроки сохранения подвижности и набора начальной прочности.

Уплотнение высокоподвижной бетонной смеси с повышенной удобоукладываемостью в каждом укладываемом слое производят с соблюдением следующих требований:

Уплотнение высокоподвижной бетонной смеси в каждом укладываемом слое производят с соблюдением следующих требований:

- время вибрирования первого слоя в одной точке не должно превышать 7 секунд;
- время вибрирования второго и последующих слоев в одной точке должно составлять 4÷5 секунд;
- для получения однородности бетона при уплотнении шаг перестановки вибратора должен быть 2 м в центре конструкции; в пределах защитного слоя вибрирование бетонной смеси должно производиться с шагом 0,5÷1,0м по периметру бетонируемой конструкции.

Технология вибрирования может быть откорректирована в процессе бетонирования сотрудниками ОАО «Атомэнергопроект» совместно с ОАО «ВНИИГ им. Б.Е.Веденеева».

Вокруг анкерных колодцев вибрирование бетонной смеси должно производиться на расстоянии 500±50мм глубинным механическим вибратором с диаметром булав 25, 38 мм.

Высота свободного сбрасывания бетонной смеси должна быть в пределах 0,4-0,5м. Из-за конструктивной особенности защитной оболочки реактора возможен вариант с устройством в опалубке окон для подачи бетонной смеси.

Для повышения интенсивности бетонирования и предотвращения сбрасывания бетонной смеси с высоты более чем 0,5 м предлагается использовать «чулки» из банерной ткани, предварительно закрепленные на конце бетоноводной трубы рис.3.4.

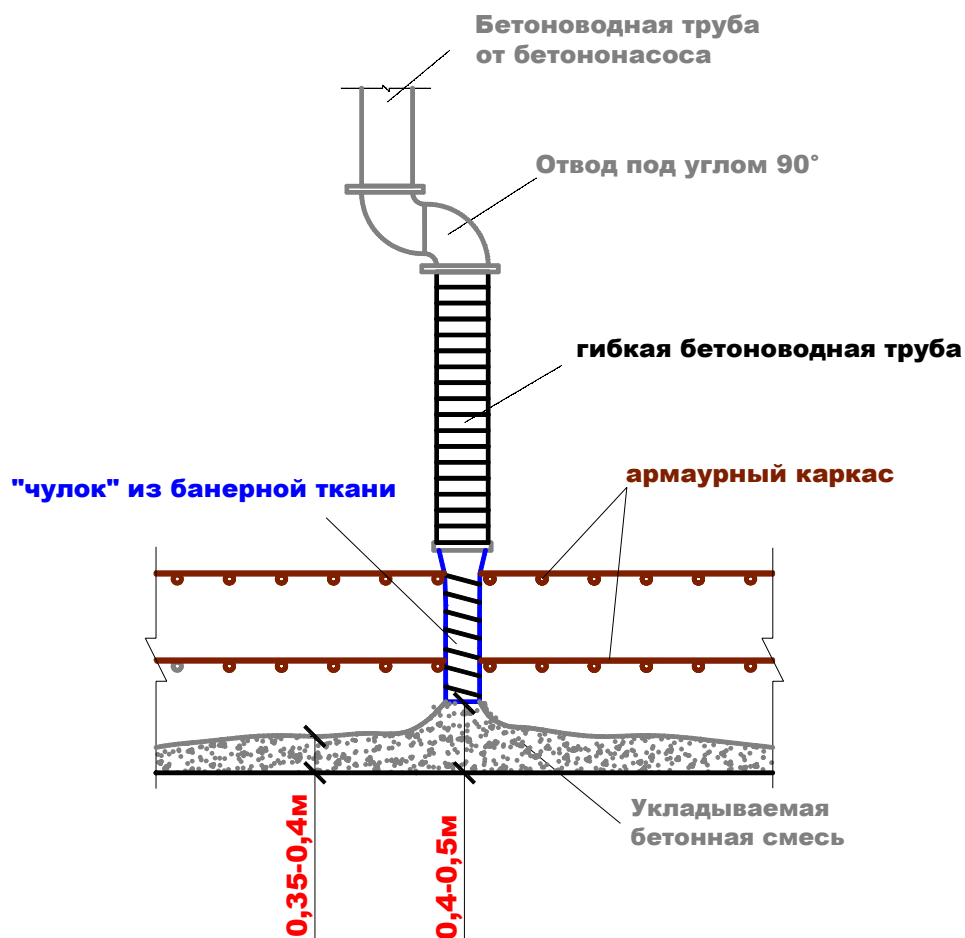


Рис.3.5. Схема подачи бетонной смеси в блок по бетоноводу с установленным на нем отводом – коленом под углом 90° и «чулком» из банерной ткани.

Разбавление водой или добавками пластификаторов типа С-3, ПФМ-НЛК, а также их смесям доставленной на место укладки бетонной смеси для увеличения ее подвижности **КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩАЕТСЯ!**

4. ПРОИЗВОДСТВО БЕТОННЫХ РАБОТ

4.1. Организация бетонных работ

Выполнение бетонных работ, включая работ по подготовке к бетонированию внутренней защитной оболочки здания реактора 20УА производятся при среднесуточной температуре наружного воздуха ниже +5°С (+5÷-10°С – без обустройства тепляка, ниже -10°С – с использованием тепляка).

4.2. Подготовительные работы

Подготовительные работы включают следующие основные мероприятия:

- подготовка основания для бетонирования;
- подготовка механизмов и оборудования – бетононасосов, вибраторов и т.д.;
- подготовку опалубки с утеплением;
- подготовка поста для контроля качества бетонной смеси;
- ревизию системы энергоснабжения и обеспечение техники безопасности при производстве работ;
- подготовка необходимого количества теплозащитных материалов и с горизонтальной поверхности ранее забетонированного блока (кольца) удаляется цементная пленка при помощи металлических щеток. Устройство рабочих швов и их расположение должно соответствовать п.1.4.3.6. «Технические требования по выполнению бетонных и железобетонных конструкций зданий и сооружений» NW2P.D.120.&.&&&&&.012.MD.0001.

Поверхность ранее забетонированного блока (при больших интервалах между бетонированиями) до укладки бетонной смеси в блок должно быть отогрето до положительной температуры не ниже +5°С, на глубину не менее 20см (при условии если не используется электрогрева). При цикле бетонирования колец (блоков бетонирования) не более 9 дней отогревать основание нет необходимости.

В соответствии с СНиП 3.03.01-87 «Несущие и ограждающие конструкции» – «При температуре воздуха ниже минус 10 °С бетонирование густоармированных конструкций с арматурой диаметром больше 24 мм, арматурой из жестких прокатных профилей или с крупными металлическими закладными частями следует выполнять с предварительным отогревом металла до положительной температуры ...»

Выпуски арматуры забетонированных конструкций должны быть укрыты или утеплены на высоту (длину) не менее чем 0,5 м.

Опалубка и арматура перед бетонированием очищаются от снега и наледи, например, струей горячего воздуха под брезентовым или полиэтиленовым укрытием с высушиванием поверхностей. Не допускается снимать наледь с помощью пара или горячей воды.

На установленную в проектное положение опалубку закрепляют утеплитель с коэффициентом теплопередачи $\beta=2,4 \div 2,6$ ккал/(м·ч·°С) (например, пеноплекс толщиной 10мм).

На герметичную металлическую оболочку по внутреннему радиусу так же защищают теплоизоляционными материалами рулонного типа с коэффициентом теплопередачи $\beta=2,0$ ккал/(м·ч·°С) (или используют утепляющие маты с греющими элементами) на высоту бетонированного яруса и на 0,5 м ниже и выше уровня бетонированного блока.

Все термозащитные материалы, применяемые для утепления и защиты конструкции от критических перепадов температур должны быть нетоксичными и негорючими.

Подготовка каналовобразователей

Для предотвращения циркуляции холодного воздуха через вертикальные каналовобразователи перед бетонированием они должны быть закрыты снизу и сверху.

Подготовка лабораторного поста для контроля качества бетонной смеси на месте укладки

Для определения технологических свойств бетонной смеси, а также изготовления образцов для определения физико-механических свойств бетона на месте укладки производителем работ оборудуется лабораторный(е) пост(ы).

4.2.1.Опалубочные работы

Бетонирование производится ярусами высотой 1,4 м в балочно-ригельной опалубке PSK-CLASSIC.

Опалубочные работы производятся в соответствии с ППР.

Опалубка должна обеспечивать надежное примыкание элементов к поверхности уже забетонированных конструкций. Узлы примыкания следует тщательно герметизировать, используя, при необходимости, клеящую ленту или другие прокладки предотвращающие вытекания цементного теста.

В процессе выполнения подготовительных работ внутренняя поверхность опалубки должна быть очищена от остатков бетона, ржавчины и покрыта смазочным антиадгезионным материалом.

Смазку следует наносить на поверхность опалубочных щитов тонким слоем, излишки удалять тряпкой.

При установке опалубочных щитов защитные слои бетона должны выдерживаться с помощью специальных фиксаторов.

Для выполнения работ по уплотнению бетонной смеси и безопасного прохода над установленной арматурой, верхняя часть блока должна быть оборудована проходами, выполненными из деревянного настила, обеспечивающего свободный подход к каждой зоне подачи.

Для предотвращения вытекания цементного теста, стыки опалубки должны быть герметизированы.

Перед бетонированием основание конструкций и примыкающие поверхности ранее забетонированных конструкций должны быть очищены от мусора, обрезки стержней арматуры, электроды и других посторонних предметов.

За правильностью установки и закрепления опалубки в проектное положение отвечает Подрядчик.

4.2.2. Арматурные работы

Арматурные работы должны выполняться в соответствии со СНиП 3.03.01-87 «Несущие и ограждающие конструкции» и ТСН 102-00 «Железобетонные конструкции с арматурой классов А500С и А400С». Заготовку стержней и изготовление арматурных изделий следует выполнять в соответствии с требованиями СНиП 3.09.01-85.

Заготовку арматурных элементов и закладных деталей, изготовление арматурных каркасов, доставку на строительную площадку, их установку, монтаж и другие работы, связанные с конструктивными особенностями армирования конструкции, выполняют в соответствии с рабочими чертежами и ППР.

Установленная арматура должна быть предохранена от повреждений и смещений в процессе производства работ и подачи материалов; при этом должен быть установлен тщательный надзор за неизменяемостью положения арматуры.

Перед бетонированием в блоке устанавливаются температурные скважины для определения температуры бетона, см. Приложения №2.1 и 2.2. В качестве скважин рекомендовано применять стальные трубки с заваренным дном Ø40мм и высотой $h=400\div600$ мм.

Во избежание попадания бетона в скважину часть трубы оставляют на поверхности бетонируемого перекрытия примерно на 200 мм, верхний конец трубки закрывается пробкой.

Перед бетонированием последующих конструкций установленный арматурный каркас очищают струей сжатого воздуха от остатков бетона и ржавчины.

4.3. Бетонные работы

Бетонирование производится ярусами высотой 1,4 м в балочно-ригельной опалубке PSK-CLASSIC. Укладка бетонной смеси в яруса (кольца) бетонирования осуществляется по технологической схеме согласно п.3.1. настоящего регламента с применением бетононасоса и бетонораздаточных стрел.

Для обеспечения бесперебойной подачи бетонной смеси в яруса (кольца) бетонирования дополнительно к работающему бетононасосу на строительной площадке необходимо иметь еще один резервный бетононасос. Паспортная производительность каждого из бетононасосов используемых для бетонирования должна быть не менее 90 м³/час.

Бетонирование ярусов должно осуществляться без перерыва с заданной интенсивностью согласно технологиям бетонирования по п.3.1.

Для недопущения замерзания бетонной смеси во время транспортировки и укладки ее в конструкцию в состав бетона вводят противоморозную добавку. Состав бетона с противоморозной добавкой приведен в Приложении №4.

При бетонировании конструкции защитной оболочки с использованием бетонной смеси с подвижностью П5 (расплавом 40÷55см) смесь уплотняют одновременно 1-2 вибраторами (данное количество вибраторов рассчитана на каждый работающий бетононасос), при этом необходимо на площадке иметь еще четыре вибратора и ДЭС в резерве.

При обнаружении дефектных участков на бетонной поверхности после снятия опалубочных щитов, рекомендуется заделывать такие участки специальными ремонтными составами по утвержденным технологиям ремонта.

Мероприятия по уходу за бетоном осуществляются согласно п.5.3. настоящего технологического регламента.

Распалубливание блоков проводить при наборе бетоном не менее 40% от проектной прочности. Снятие теплоизоляции производить не ранее, чем градиент температурой наружного воздуха и температурой бетона в поверхностном слое (на глубине 5÷10см) не будет более 10°С.

5. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПРОИЗВОДИМЫХ РАБОТ

5.1. Контроль арматурных и опалубочных работ. Приемка блока к бетонированию

Арматура и закладные детали. Контроль качества арматурных работ осуществляется на месте изготовления арматурных каркасов и сеток и состоит в проверке: длины перепуска стержней, количества стыкуемых в одном сечении стержней, отклонений в расстояниях между отдельными арматурными стержнями, рядами арматуры, толщины защитного слоя бетона, наличия нужного количества узлов соединения арматуры и надежности фиксации арматуры в узлах, наличия специальных приспособлений (фиксаторов, шпилек и т.п.) обеспечивающих проектное положение арматуры и необходимую толщину защитного слоя бетона.

Контроль качества сварных монтажных соединений арматуры и закладных деталей осуществляется в соответствии с требованиями СНиП 3.03.01, ГОСТ 52544-2006 и ГОСТ 14098.

Все мероприятия по контролю качества арматурных работ должны производиться до момента, когда доступ к арматуре может быть затруднен по техническим или другим причинам.

Приемка арматуры и закладных материалов, установленной в блоке (секции), подготовленном к бетонированию, оформляется актом, в котором указываются номера рабочих чертежей, отступления от проекта, дается оценка качества арматурных работ и приводится заключение о возможности бетонирования.

К акту приемки арматурных работ должны быть приложены заводские сертификаты, заключение о результатах испытаний арматуры при выборочном контроле, копии документов о разрешении изменений, внесенных в рабочие чертежи.

Акты приемки арматурных работ составляются по каждому блоку (секции) бетонирования.

Опалубка. За правильностью установки и закрепления опалубки в проектное положение отвечает служба качества Подрядчика совместно с геодезической службой.

Установку в межопалубочное пространство температурных датчиков или скважин для замера температур производят под контролем строительной лабораторией.

Приемка блока (кольца) защитной оболочки к бетонированию. Перед началом бетонирования должна быть произведена приемка блока (кольца). Приемка блока производится комиссией, в состав которой входят представители производителя работ, сотрудники строительной лаборатории и службой технического надзора Заказчика.

Результаты приемки блока, подготовленного к бетонированию, фиксируются в журнале производства работ с составлением акта приемки, в котором перечисляются все выполненные работы согласно ППР и техническая документация, по которой велись работы. Решением комиссии оценивается качество выполненных работ, подготовленность к приемке бетонной смеси в блок и дается разрешение на укладку бетона.

5.2. Контроль бетонной смеси

На строительной площадке осуществляются мероприятия по оценке качества доставленной бетонной смеси на соответствие требований, указанных в п.1.1.2.

Партия бетонной смеси, поступившая на строительную площадку, должна сопровождаться документом (паспортом) о качестве бетонной смеси.

Качество бетонной смеси оценивается на пробах, отобранных из автобетоносмесителей (миксера) по следующим показателям в соответствии с ГОСТ10181:

- подвижность смеси по осадке стандартного конуса;
- средняя плотность;
- температура бетонной смеси;
- пористость бетонной смеси определяют по показателю объема вовлеченного воздуха.

Визуально осуществляется оценка связности – нерасслаиваемости (сегрегационной устойчивости), которая определяется по водоотделению.

Бетонная смесь подлежит приемке, если ее фактические характеристики соответствуют требованиям, изложенным в п. 1.1.2. настоящего Регламента.

В случае не соответствия бетонной смеси требуемым характеристикам, бетонная смесь не должна приниматься для укладки в конструкцию.

Сотрудники строительной лаборатории должны своевременно сообщать на бетонный завод о несоответствии бетонной смеси требуемым характеристикам для оперативной корректировки состава.

Контроль качества бетонной смеси производится со следующей периодичностью:

- с первого миксера отбирается проба для определения всех характеристик (осадка конуса, температура и объем вовлеченного воздуха).
- на пробах, отобранных из последующих пяти миксеров, определяется осадка конуса и температура;
- при стабилизации указанных параметров дальнейший контроль осуществляется по подвижности и температуре из каждого десятого миксера.

Объем вовлеченного воздуха определяется 2 раза в смену.

5.3. Контроль за выдерживанием бетона в конструкции

Объем мероприятий по температурному регулированию определяется уровнем ожидаемого разогрева бетона и температурой окружающей среды. Для принятых условий бетонирования температура разогрева может быть на уровне $\sim +37^{\circ}\text{C}$.

Бетонирование защитной оболочки в утепленной опалубке должно производиться при температуре наружного воздуха не ниже $-10\pm 2^{\circ}\text{C}$. Контроль за выдерживанием бетона должен осуществляться по требованиям согласно п.2.3. настоящего регламента.

Температура основания перед бетонированием должна быть не ниже $+5^{\circ}\text{C}$.

Температура бетонной смеси после окончания внутриблочных работ должна быть не выше $+15^{\circ}\text{C}$ и не ниже $+12^{\circ}\text{C}$.

Перед снятием защитного тепляка открытая поверхность укрывается теплоизоляционным материалом с $\beta = 0,6$ ккал/(м \cdot ч $\cdot^{\circ}\text{C}$) (характеристики различных теплоизоляционных материалов приведены в Приложении 3).

Снятие теплоизоляции производить не ранее, чем градиент температурой наружного воздуха и температурой бетона в поверхностном слое (на глубине 5÷10см) не будет более 10°C .

Контроль за температурным режимом твердения в конструкции должен производиться при помощи контактных термометров. Для этого в конструкции предусматривается установка температурных скважин на разных уровнях Ø40мм. Общее число скважин для определения температуры в бетоне – 16 шт.

Схема размещения температурных скважин приведена в Приложении 1. Для корректного определения температуры бетона на разных уровнях, скважины должны быть помечены разными цветами или пронумерованы.

Измерение температуры бетона в конструкции производится в следующем режиме:

- через 1 час после укладки бетонной смеси в конструкцию;
- далее в течение первых суток после бетонирования – через каждые 2 часа;

- в течение следующих 3 суток – через каждые 4 часа (6 раз в сутки);
- в течение последующих 7 суток – через 8 часов (3 раза в сутки).

Температуру наружного воздуха измеряют не реже 3 раз в сутки.

Данные, о температуре наружного воздуха и твердеющего бетона, фиксируются в журнале ухода за бетоном.

Измерение температуры осуществляется до момента, пока разность температур между минимальной суточной температурой окружающего воздуха и максимальной температурой поверхностных слоев бетона снизится менее чем на 10÷12°С.

При необходимости снятия опалубки на 1,5÷2-ые сутки, согласно полученным расчетам температурного режима и термонапряженного состояния бетона в блоке, необходимо снять утепленную опалубку и произвести укрытие боковых граней блока теплоизоляционным материалом с коэффициентом не выше $\beta = 1,6$ ккал/м²·ч°С.

При уходе за бетоном и при снятии опалубки необходимо строго контролировать градиент температур бетона в поверхностном слое блока и наружного воздуха, а также между ядром забетонированного блока и его периферией.

В случае возникновения критического градиента температур >15°С следует утеплить поверхности блока дополнительным слоем теплоизоляции.

Время укрытия блока будет контролироваться по температуре в скважинах, пока градиент не станет ниже критического.

В более холодный период времени от -15°С и ниже необходимо предусмотреть дополнительные мероприятия по уходу и выдерживанию забетонированных блоков (колец) внутренней защитной оболочки:

- перед бетонированием необходимо произвести утепление бетонопроводов бетононасосов теплоизолирующим, непроницаемым рулонным материалом, например «Изолон ППЭ НР»;
- для защиты конструкции от внешних негативных факторов – дождя, снега и ветра – предусматривается защитный полог, который при таких низких температурах наружного воздуха возможно использовать как шатер, под которым поддерживается оптимальная положительная температура ~+10°С;
- для поддержания требуемого градиента температур со стороны герметичной металлической оболочки используются утепляющие маты с греющими элементами, закрепленными на высоту бетонируемого яруса и на 0,5 м ниже и выше уровня бетонируе-

мого блока. Включение и отключения обогрева производится по показаниям температуры в скважинах;

- в верхнем слое прокладывается греющий изолированный провод, который используется в качестве дополнительного утепления, а также можно использовать для прогрева основания перед бетонированием следующего блока;

- для снижения критических напряжений в зоне каналообразователей необходимо предусмотреть их утепление.

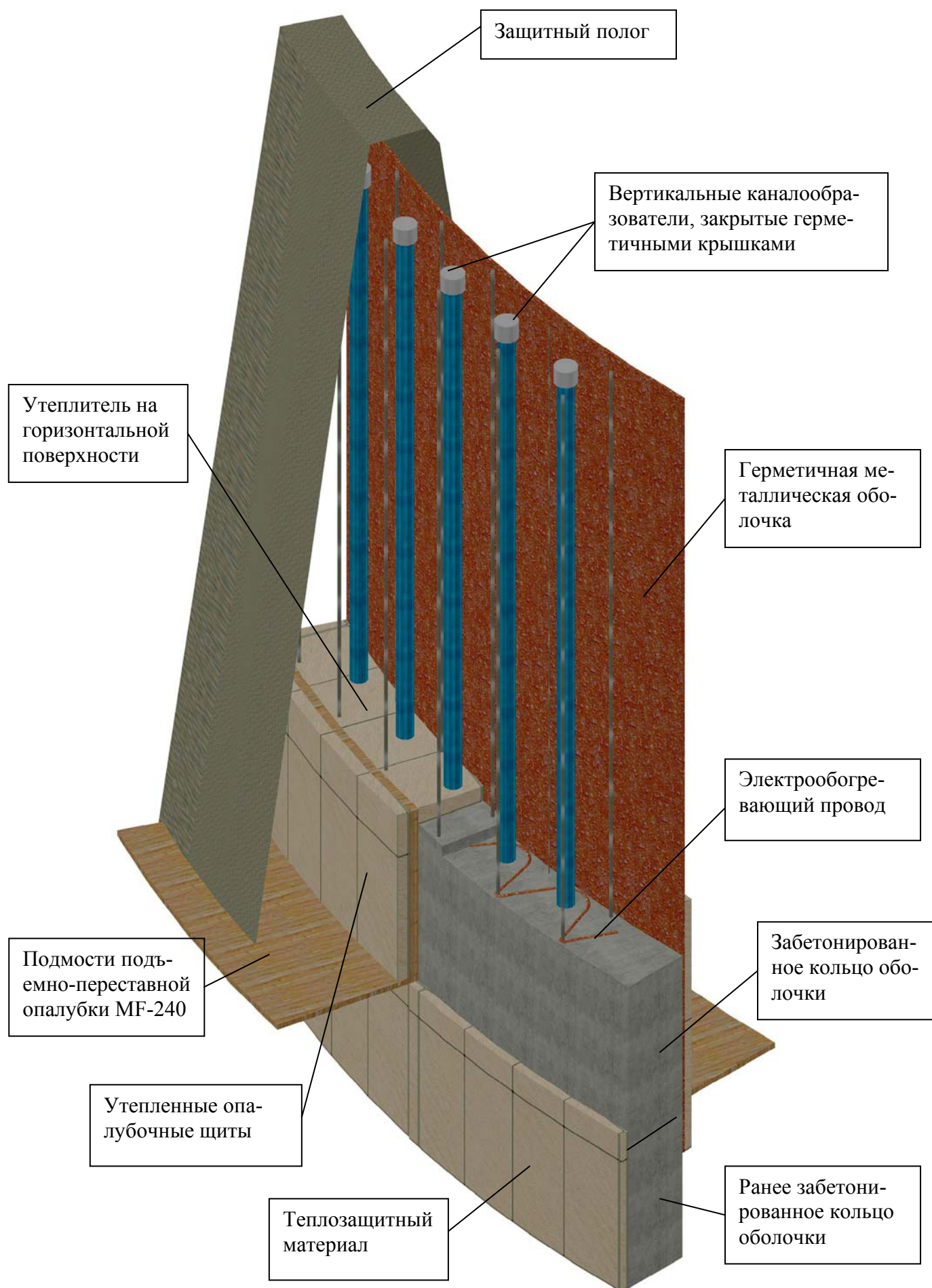


Рис.5.1. Общая схема мероприятий по соблюдению температурного режима твердения бетонированных блоков внутренней защитной оболочки, вид со стороны конструкций обстройки

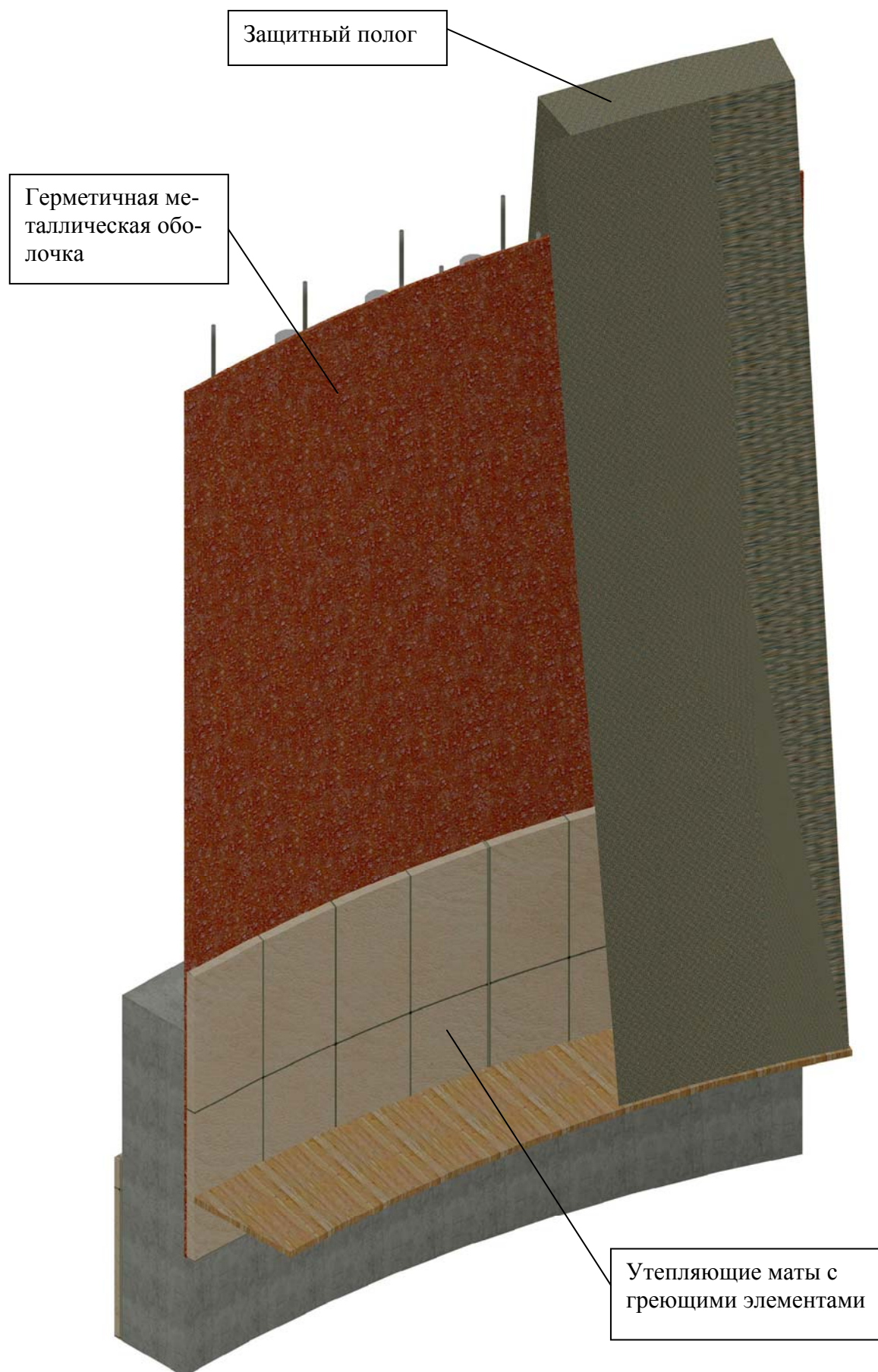


Рис.5.2. Общая схема мероприятий по соблюдению температурного режима твердения бетонированных блоков внутренней защитной оболочки, вид со стороны конструкций герметичного объема

5.4. Контроль качества бетона

5.4.1. Контроль качества бетона по физико-механическим характеристикам

Контроль на соответствие проектным требованиям бетона уложенного в конструкцию производится по испытаниям контрольных образцов отобранных при бетонировании. Определение физико-механических свойств бетона производится согласно действующих ГОСТ.

Контроль прочности бетона в партии производится по результатам испытания двух серий контрольных образцов-кубов размерами 100×100×100 мм в возрасте 7 и 28 сут., количество образцов в серии – 3 шт в соответствии с ГОСТ10180.

По результатам испытаний составляется реестр результатов испытаний контрольных образцов для статистического контроля и приемки бетона по прочности с учетом однородности в соответствии с требованиями ГОСТ 18105-86 «Бетоны. Правила контроля прочности».

Рекомендации по хранению и распалубки контрольных образцов. Контрольные образцы бетона, изготовленные на месте укладки, сразу после изготовления помещают под укрытие до момента их распалубки, распалубку выполняют через 1 ÷ 2 суток после изготовления и хранят до момента испытаний в лаборатории в нормальных условиях по ГОСТ 10180.

Для определения водонепроницаемости производится отбор образцов бетона цилиндрические формы с внутренним диаметром 150 мм и высотой 150 в количестве 6 шт в 1 серии. Испытание бетона на водонепроницаемость производят по ГОСТ 12730.5-84 «Бетоны. Методы определения водонепроницаемости» в возрасте 28 сут.

Морозостойкость бетона оценивается по испытаниям 12 образцов-кубов (количество образцов для испытаний назначается в зависимости от метода испытания) в соответствии ГОСТ 10060.0-95 «Бетоны. Методы определения морозостойкости. Общие требования».

Пробы для контроля нормируемых параметров бетона на прочность на сжатие в партии отбирают в соответствии с табл.5.1.

Таблица 5.1.

Вид испытаний	Количество серий	Периодичность отбора образцов
Определение прочности при сжатии	– 1серия (из трех образцов) для испытаний в 7 суточном возрасте – 1серия (из трех образцов) для испытаний в 28 суточном возрасте	при каждом бетонировании отбирается минимум 2 серии от каждых 150 м ³ бетонной смеси
Определение водонепроницаемости	– 1серия (из шести образцов) для испытаний в 28 суточном возрасте от одного бетонного завода	не менее 2 раз в месяц
Определение морозостойкость	– 1серия (количество образцов зависит от выбора метода испытаний) для испытаний в 28 суточном возрасте от одного бетонного завода	не менее 2 раз в месяц

5.4.2. Контроль качества бетона по деформативным характеристикам (в т.ч. реологическим и физико-техническим характеристикам)

Определение деформативных характеристик должно производиться на призматических образцах размерами 100×100×400.

В 1 серии должно быть 9 образцов призм (по ГОСТ24544-81 и ГОСТ24452-80.) и 3 образцов кубов:

- 3 образца призм для определения предельной величины усадки;
- 3 образца призм для определения предельного значения коэффициента ползучести.
- 3 образца призм для определения начального модуля упругости, начального коэффициента поперечной деформации и призмной прочности;
- 3 образца контрольных образцов-кубов для определения прочности бетона при сжатии в возрасте 28 и 365 сут.

Образы призмы после распалубки (на вторые сутки) взвешивают и упаковывают в влагозащитный материал.

**Количество и размер образцов бетона, отбираемые при бетонировании ВЗО 20УА
для испытаний на деформативные характеристики**

Таблица 5.2.

Место отбора		Кол-во образцов, шт	Размер образцов $a \times b \times h$, мм	Определяемый параметр	Длительность испытаний	Условия испытания
Отм., м	Ярус (1,4 м)					
~ +2,00	2 ^{ой}	3	100x100x400	$R_{пр}$, E_b	кратковременные	$T=20^0C$, $t_0=28$ сут
		3	100x100x400	ϵ_{shr}	длительные длительные	$t_0=28$ сут, $\sigma_b=0,3 R_{пр}$ $t- t_0=365$ сут, $T=20^0C$
		3	100x100x400	ϵ_{creep}		
		3	100x100x100	$R_{куб}$	кратковременные	$T=20^0C$, $t_0=28$ сут
		3	100x100x400	$R_{пр}$, E_b	кратковременные	$T=20^0C$, $t_0=365$ сут
		3	100x100x400	ϵ_{shr}	длительные длительные	$t_0=365$ сут, $\sigma_b=0,3 R_{пр}$ $t- t_0=365$ сут
		3	100x100x400	ϵ_{creep}		
		3	100x100x100	$R_{куб}$	кратковременные	$T=20^0C$, $t_0=365$ сут
		3	100x100x400	$R_{пр}$, E_b	кратковременные	$T=20^0C$, $t_0=28$ сут
		3	100x100x400	ϵ_{shr}	длительные длительные	$t_0=28$ сут, $\sigma_b=0,3 R_{пр}$ $t- t_0=365$ сут, $T=20^0C$
		3	100x100x400	ϵ_{creep}		
		3	100x100x100	$R_{куб}$	кратковременные	$T=20^0C$, $t_0=28$ сут
~ +19,00	14 ^{ый}	3	100x100x400	$R_{пр}$, E_b	кратковременные	$T=20^0C$, $t_0=28$ сут
		3	100x100x400	ϵ_{shr}	длительные длительные	$t_0=28$ сут, $\sigma_b=0,3 R_{пр}$ $t- t_0=365$ сут, $T=20^0C$
		3	100x100x400	ϵ_{creep}		
		3	100x100x100	$R_{куб}$	кратковременные	$T=20^0C$, $t_0=28$ сут
		3	100x100x400	$R_{пр}$, E_b	кратковременные	$T=20^0C$, $t_0=365$ сут
		3	100x100x400	ϵ_{shr}	длительные длительные	$t_0=365$ сут, $\sigma_b=0,3 R_{пр}$ $t- t_0=365$ сут
		3	100x100x400	ϵ_{creep}		
		3	100x100x100	$R_{куб}$	кратковременные	$T=20^0C$, $t_0=365$ сут
		3	100x100x400	$R_{пр}$, E_b	кратковременные	$T=40^0C$, $t_0=28$ сут
		3	100x100x400	ϵ_{shr}	длительные длительные	$t_0=28$ сут, $\sigma_b=0,3 R_{пр}$ $t- t_0=365$ сут, $T=40^0C$
		3	100x100x400	ϵ_{creep}		
		3	100x100x100	$R_{куб}$	кратковременные	$T=40^0C$, $t_0=28$ сут
~ +56,00	40 ^{ой}	3	100x100x400	$R_{пр}$, E_b	кратковременные	$T=20^0C$, $t_0=28$ сут
		3	100x100x400	ϵ_{shr}	длительные длительные	$t_0=28$ сут, $\sigma_b=0,3 R_{пр}$ $t- t_0=365$ сут, $T=20^0C$
		3	100x100x400	ϵ_{creep}		
		3	100x100x100	$R_{куб}$	кратковременные	$T=20^0C$, $t_0=28$ сут
		3	100x100x400	$R_{пр}$, E_b	кратковременные	$T=20^0C$, $t_0=365$ сут
		3	100x100x400	ϵ_{shr}	длительные длительные	$t_0=365$ сут, $\sigma_b=0,3 R_{пр}$ $t- t_0=365$ сут
		3	100x100x400	ϵ_{creep}		
		3	100x100x100	$R_{куб}$	кратковременные	$T=20^0C$, $t_0=365$ сут
		3	100x100x400	$R_{пр}$, E_b	кратковременные	$T=20^0C$, $t_0=28$ сут
		3	100x100x400	ϵ_{shr}	длительные длительные	$t_0=28$ сут, $\sigma_b=0,3 R_{пр}$ $t- t_0=365$ сут, $T=20^0C$
		3	100x100x400	ϵ_{creep}		
		3	100x100x100	$R_{куб}$	кратковременные	$T=20^0C$, $t_0=28$ сут

Примечание:

t_0 – возраст бетона на момент начала испытания
 $t- t_0$ – длительность выдержки образца под нагруз-
 T – температура образца, °C
 Высота яруса бетонирования –1,4 м

$R_{пр}$ – призмная прочность
 $R_{куб}$ – кубиковая прочность
 E_b – модуль упругости бетона
 ϵ_{shr} – относительная деформация усадки
 ϵ_{creep} – относительная деформация ползучести
 σ_b – напряжения в образце

Общее количество образцов для испытаний:

Таблица 5.3.

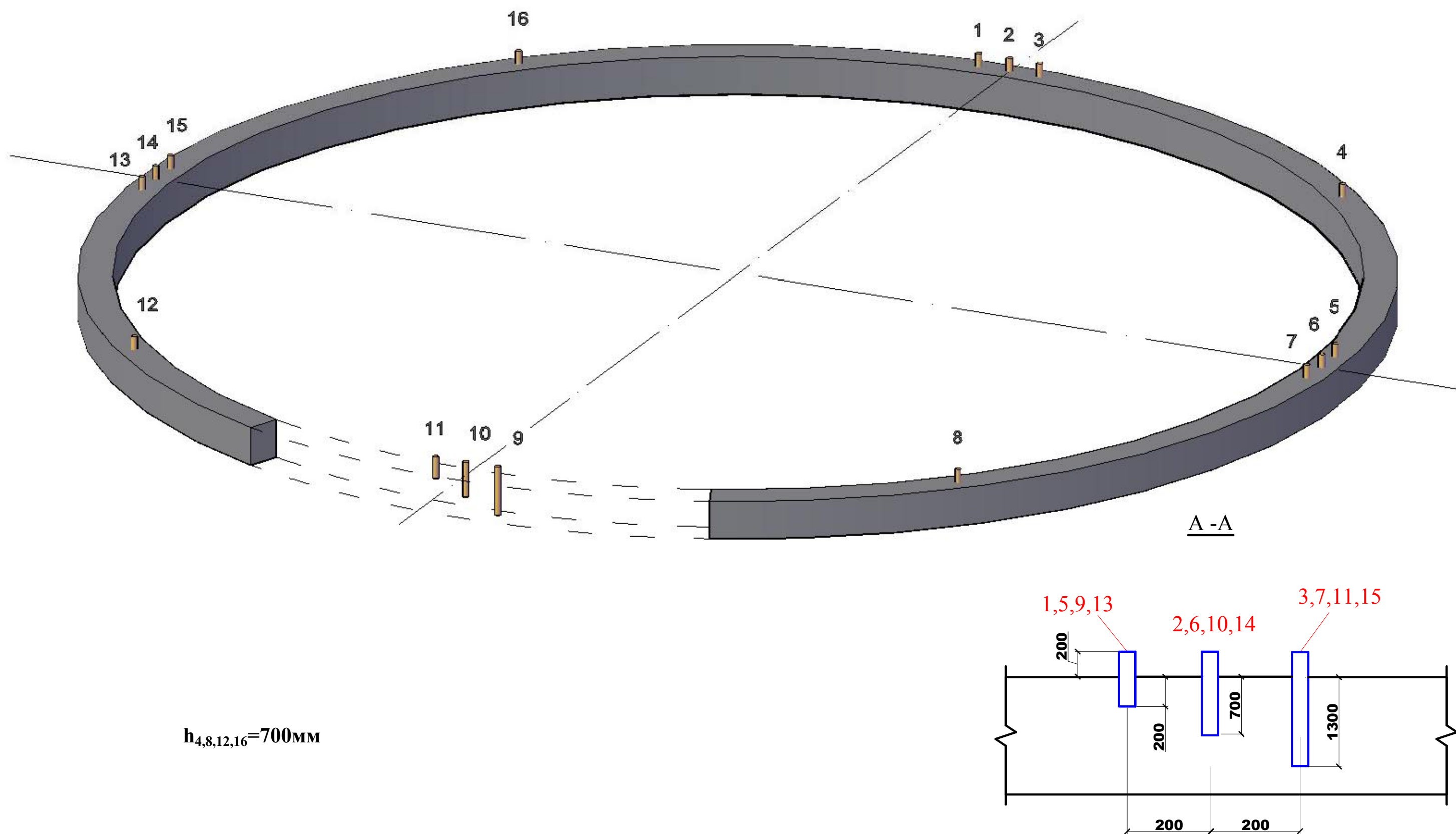
- на ползучесть бетона ϵ_{creep}	в возрасте $t_0=28$ сут $T=20^0\text{C}$ (100x100x400)	9 шт
	в возрасте $t_0=365$ сут $T=20^0\text{C}$ (100x100x400)	9 шт
	в возрасте $t_0=28$ сут $T=40^0\text{C}$ (100x100x400)	3 шт
- на усадку бетона ϵ_{shr}	в возрасте $t_0=28$ сут $T=20^0\text{C}$ (100x100x400)	9 шт
	в возрасте $t_0=365$ сут $T=20^0\text{C}$ (100x100x400)	9 шт
	в возрасте $t_0=28$ сут $T=40^0\text{C}$ (100x100x400)	3 шт
- призмennую прочность и модуль упругости $R_{\text{пр}}, E_b$	в возрасте $t_0=28$ сут $T=20^0\text{C}$ (100x100x400)	9 шт
	в возрасте $t_0=365$ сут $T=20^0\text{C}$ (100x100x400)	9 шт
	в возрасте $t_0=28$ сут $T=40^0\text{C}$ (100x100x400)	3 шт
- на кубиковую прочность $R_{\text{куб}}$	в возрасте $t_0=28$ сут $T=20^0\text{C}$ (100x100x100)	9 шт
	в возрасте $t_0=365$ сут $T=20^0\text{C}$ (100x100x100)	9 шт
	в возрасте $t_0=28$ сут $T=40^0\text{C}$ (100x100x100)	3 шт
Итого образцов (100x100x400) ϵ_{creep} (t- $t_0=365$ сут)		21 шт
ϵ_{shr} (t- $t_0=365$ сут)		21 шт
$R_{\text{пр}}, E_b$ ($t_0=28$ сут, 365 сут)		21 шт
(100x100x100) $R_{\text{куб}}$ ($t_0=28$ сут, 365 сут)		21 шт

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Комплект рабочих чертежей NW2P.D.120.2.0UJA&&&&&.012.DC.0024÷0036.
2. NW2P.D.120.&&&&&&&.012.MD.0001 «Технические требования по выполнению бетонных и железобетонных конструкций зданий и сооружений».
3. ГОСТ 26633-91. «Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия».
4. СП 52-101-2003. «Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры».
5. ГОСТ 10178-86. «Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия».
6. ГОСТ 8736-93. «Песок для строительных работ. Технические условия».
7. ГОСТ 23732-79. «Вода для бетонов и растворов. Технические условия».
8. ГОСТ 10181-2000. «Смеси бетонные. Методы испытаний».
9. ГОСТ 10180-90. «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам».
10. ГОСТ 12730.5-84. «Бетоны. Методы определения водонепроницаемости».
11. ГОСТ 10060.0-95. «Бетоны. Методы определения морозостойкости. Общие требования».
12. ГОСТ Р 53531-2008. «Бетоны. Правила контроля и оценки прочности».
13. ГОСТ 7473-94. «Смеси бетонные. Технические условия».
14. ГОСТ 23478-79. «Опалубка для возведения монолитных бетонных и железобетонных конструкций. Классификация и общие технические требования».
15. СНиП 3.03.01-87 «Несущие и ограждающие конструкции».
16. СНиП 3.04.01-87 «Изоляционные и отделочные покрытия».
17. СНиП 3.09.01-85 «Производство сборных железобетонных конструкций и изделий».
18. ГОСТ 52544-2006 «Прокат арматурный свариваемый периодического профиля классов А500С и В500С для армирования железобетонных конструкций. Технические условия».
19. ГОСТ 14098-91 «Соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций».

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение №1. Схема расположения температурных скважин в бетонируемом блоке



Приложение 2. Свойства теплоизоляционных материалов

Название теплоизоляционного материала	толщина изоляции	к-т теплопроводности	к-т теплопроводности	Коэффициент теплоотдачи теплоизоляции, в
	м	Вт/(м*град)	ккал/(м*ч*град)	ккал/(м2 ч град)
пенополиэтилен фольгированный (пенофол)	0,01	0,049	0,042	3,5
ИЗОКОМ ППИ-ПФ/ПФ	0,008	0,035	0,030	3,2
ИЗОКОМ ППИ-ПФ/ПФ	0,01	0,035	0,030	2,6
ИЗОКОМ ППИ-ПФ/ПФ	0,015	0,035	0,030	1,8
фанера	0,012	0,180	0,155	7,8
изодом	0,01	0,040	0,034	2,9
изолон	0,01	0,031	0,027	2,4
Изолон/пенолон блок	0,1	0,050	0,043	0,4
Изолон/пенолон блок	0,05	0,050	0,043	0,8
изофоум	0,01	0,033	0,028	2,5
пенолон	0,01	0,035	0,030	2,6
пенолон	0,015	0,035	0,030	1,8
Гринплекс	0,02	0,030	0,026	1,2
Гринплекс	0,12	0,030	0,026	0,2
плиты "ТЕРМО" базальт	0,003	0,040	0,034	7,3
плиты "ТЕРМО"	0,02	0,040	0,034	1,6
минвата П-175	0,05	0,034	0,029	0,6
опалубка ВЕЛОКС	0,35	0,200	0,172	0,5
опалубка ИЗОДОМ	0,1	0,036	0,031	0,3
опалубка ИЗОДОМ	0,25	0,036	0,031	0,1
Пенополистирол ПСБ-С-15У (1000*1000* 20)	0,02	0,052	0,045	2,0
Пенополистирол ПСБ-С-15У (1000*1000* 30)	0,03	0,052	0,045	1,4
Пенополистирол ПСБ-С-15У (1000*1000* 40)	0,04	0,052	0,045	1,1
Пенополистирол ПСБ-С-15У (1000*1000* 50)	0,05	0,052	0,045	0,9
Пенополистирол ПСБ-С-15У (1000/2000*1000*100)	0,1	0,052	0,045	0,4
Пенополистирол ПСБ-С-25 (2000*1000* 50)	0,05	0,039	0,034	0,7
Пенополистирол ПСБ-С-35 (1000*1000*50)	0,05	0,037	0,032	0,6
Пенополистирол ПСБ-С-50 (1000*1000* 50)	0,05	0,04	0,034	0,7
Пенополистирол ПСБ-С-50 (1000*1000*100)	0,1	0,04	0,034	0,3

Приложение 3. Выписка из ГОСТ 26633-91

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

БЕТОНЫ ТЯЖЕЛЫЕ И МЕЛКОЗЕРНИСТЫЕ

Технические условия

Heavy-weight and sand concretes.
Specifications

ОКП 58 7000

Дата введения 1992-01-01

Приложение 1

Соотношение между классами бетона по прочности на сжатие и растяжение и марками

Таблица 6

Класс бетона по прочности	Средняя прочность бетона (R̄) *, кгс/кв.см	Ближайшая марка бетона по прочности	Отклонение ближайшей марки бетона от средней прочности класса, % $\frac{M - \bar{R}}{\bar{R}} \times 100$
---------------------------	--	-------------------------------------	--

* Средняя прочность бетона R рассчитана при коэффициенте вариации V, равном 13,5%, и обеспеченности 95% для всех видов бетонов, а для массивных гидротехнических конструкций при коэффициенте вариации V , равном 17%, и обеспеченности 90%.

Сжатие

B3,5	45,8	M50	+9,2
B5	65,5	M75	+14,5
B7,5	98,2	M100	+1,8
B10	131,0	M150	+14,5
B12,5	163,7	M150	-8,4
B15	196,5	M200	+1,8
B20	261,9	M250	-4,5
B22,5	294,5	M300	+1,9
B25	327,4	M350	+6,9
B26,5	359,9	M350	-2,7
B30	392,9	M400	+1,8
B35	458,4	M450	-1,8
B40	523,9	M550	+5,0
B45	589,4	M600	+1,8
B50	654,8	M700	+6,9
B55	720,3	M700	-2,8
B60	785,8	M800	+1,8
B65	851,5	M900	+5,7
B70	917,0	M900	-1,8
B75	932,5	M1000	+1,8
B80	1048,0	M1000	-4,9

Класс бетона по прочности	Средняя прочность бетона $(\bar{R})^*$, кгс/кв.см	Ближайшая марка бетона по прочности	Отклонение ближайшей марки бетона от средней прочности класса, % $\frac{M - \bar{R}}{R} \times 100$
---------------------------	--	-------------------------------------	--

Осевое растяжение

B(t) 0,4	5,2	P(t) 5	-3,8
B(t) 0,8	10,5	P(t) 10	-4,8
B(t) 1,2	15,7	P(t) 15	-4,5
B(t) 1,6	20,9	P(t) 20	-4,3
B(t) 2,0	26,2	P(t) 25	-4,6
B(t) 2,4	31,4	P(t) 30	-4,5
B(t) 2,8	36,7	P(t) 35	-4,6
B(t) 3,2	41,9	P(t) 40	-4,5
B(t) 3,6	47,2	P(t) 45	-4,7
B(t) 4,0	52,4	P(t) 50	-4,6

Растяжение при изгибе

B(tb) 0,4	5,2	P(tb) 5	-3,8
B(tb) 0,8	10,5	P(tb) 10	-4,8
B(tb) 1,2	15,7	P(tb) 15	-4,5
B(tb) 1,6	20,9	P(tb) 20	-4,3
B(tb) 2,0	26,2	P(tb) 25	-4,6
B(tb) 2,4	31,4	P(tb) 30	-4,5
B(tb) 2,8	36,7	P(tb) 35	-4,6
B(tb) 3,2	41,9	P(tb) 40	-4,5
B(tb) 3,6	47,2	P(tb) 45	-4,7
B(tb) 4,0	52,4	P(tb) 50	-4,6
B(tb) 4,4	57,6	P(tb) 60	+4,2
B(tb) 4,8	62,9	P(tb) 65	+3,3
B(tb) 5,2	68,1	P(tb) 70	+2,8
B(tb) 5,6	73,4	P(tb) 75	+2,2
B(tb) 6,0	78,6	P(tb) 80	+1,8
B(tb) 6,4	83,8	P(tb) 85	+1,2
B(tb) 6,8	89,1	P(tb) 90	+1,0
B(tb) 7,2	94,3	P(tb) 90	-4,6
B(tb) 8,0	104,8	P(tb) 100	-4,6

Приложение №4
состав бетона для бетонирования защитной оболочки здания реактора
20UJA разработанный
ОАО «ВНИИГ им.Б.Е.Веденеева»

Согласовано



УТВЕРЖДАЮ

КАРТА ПОДБОРА СОСТАВА БЕТОНА №50СУБПМ-2/09

I. Исходные данные

- Бетон B50W6F100П5 в возрасте 28 суток
Проектные свойства бетона и бетонной смеси:
прочность на сжатие (ГОСТ 10180-90) кг/см² 654,8
морозостойкость по ГОСТ 10060.0-95 F100
водонепроницаемость по ГОСТ 12730-78 W6
подвижность бетонной смеси по ГОСТ 10181.0-2000 П5 (>21см)
способ укладки бетона бетононасос
- Условия твердения бетона в конструкции при отрицательной температуре окружающей среды -0°C...-10°C
- Цемент ПЦ 500-Д0-Н
завод ОАО «Новоросцемент»
марка цемента 500
предел прочности на сжатие 48,6 МПа
- Песок карьерный: смесь песков карьеров Датиненского месторождения -50%; Подгорненского месторождения - 50%
модуль крупности Мкр-1,9
истинная плотность - 2,61 г/см³
содержание Пиг - 1,5%
- Щебень гранитный ОАО «Павловскгранит»
марка по прочности - 1200
марка по морозостойкости - 300
наибольшая крупность - 20 мм
истинная плотность зерен щебня - 2,67 г/см³
- Добавка - ГПМ (порошок) (ТУ 5745-003-53268843-2007)
- Противоморозный компонент - FNa (ТУ-5870-048-00369171-04)

II. Приготовление и корректировка пробного замеса

- Объем замеса 25 л (лабораторный, без учета влажности материалов)
- Расход материалов для замеса по массе:
цемент 10,625кг;
песок 17,5 кг;
щебень фр.5-20мм - 26,5кг;
вода 4,25 кг;
добавка ГПМ (порошок) 1,625 кг; FNa - 0,11кг.
Всего 60,6кг.
- Полученная подвижность бетонной смеси (по распылу конуса) 50-60 см
- Средняя плотность свежеуложенной бетонной смеси 2385 кг/м³
- Содержание вовлеченного воздуха в бетонной смеси 4,4%
- Водоцементное отношение 0,40
- Соотношение песок/щебень г=0,40
- Фактический выход бетонной смеси 25 л
- Откорректированный расход материалов на 1м³ смеси:
цемент 425кг; песок 700кг; щебень фр.5-20мм-1060кг;
вода 170кг;
добавка ГПМ (порошок)- 65 кг;
FNa по сухому веществу - 4,3 кг.
- Изготовлено контрольных образцов размером 10*10*10см -18 шт, цилиндры размером 15*15см - 6 шт.;
- для определения прочности - 6 шт.;
- для определения морозостойкости -12 шт.;
- для определения водонепроницаемости -6 шт.

III. Результаты испытаний прочности на сжатие контрольных образцов бетона:

№ серии	Шифр образцов	Дата изготовления	Дата испытания	Возраст	Условия твердения (температурно-влажностный режим)	Масса образца, г	Размеры образцов, см			Площадь, см ²	Средняя плотность, кг/м ³	Предел прочности при сжатии, (МПа)	
							длина	ширина	высота			отдельных образцов	средний
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	15
1	B50 СУБ 03.11	03.11.09	10.11.09	7	Норм.	2400	10.0	10.0	10.1	100	2384	41.8(-)	44,2
						2390	10.0	10.0	10.0	100		42,9	
						2410	10.0	10.1	10.0	101		45,5	
			01.12.09	28	Норм.	2410	10.0	10.0	10.0	100	2394	66,4	66,8
						2400	10.0	10.0	10.0	100		65,4(-)	
						2420	10.1	10.0	10.1	101		67,2	

Заключение: Бетон соответствует классу B50W6F100P5
Дозировка материала на замес 1м³ бетона:
цемент 425 кг; песок 700 кг;
щебень фр.5-20мм- 1060 кг; вода 170кг;
добавка ГППМ (порошок) 65 кг;
противоморозный компонент FNa по сухому веществу – 4,3 кг.

Расчет состава бетона выполнен на сухие заполнители.
Количество воды корректируется в зависимости от влажности заполнителей.

Условия твердения образцов бетона:
- первые сутки при отрицательной температуре;
- остальные (27 суток) при положительной температуре.

Разработано:
ОАО «ВНИИГ им.Б.Е. Веденеева»
Зав. лабораторией технологии бетона
и новых материалов, к.т.н

 Г.З. Костыря
Инженер I категории
 О.В. Бережная