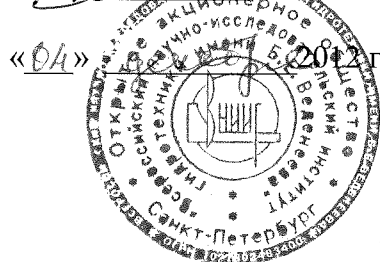


ОАО «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ИНСТИТУТ ГИДРОТЕХНИКИ ИМЕНИ Б.Е. ВЕДЕНЕЕВА»

УТВЕРЖДАЮ

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

 В.Б. Глаговский



**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РЕГЛАМЕНТ**

**БЕТОНИРОВАНИЕ КУПОЛЬНОЙ ЧАСТИ ЗАЩИТНОЙ ОБОЛОЧКИ  
ЗДАНИЙ РЕАКТОРОВ 10UJA И 20UJA  
ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ НАРУЖНОГО ВОЗДУХА ОТ -10 ДО +5°C**

Часть 1.

(Бетонирование купольной части ВЗО до отм. +56.963)

Дополнительное соглашение №1 к договору № 354//08108/378 ДС11 -3-304-790  
Разработка дополнительных технологических регламентов в 2012 году  
при сооружении объектов Нововоронежской АЭС-2

NW2P.W.137.1.0UJA&&.&&&&.015.KB.0037

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



Г.З. Костыря

**КОНТРОЛЬНЫЙ  
ЭКЗЕМПЛЯР**

С - Петербург – 2012 г.

ОАО «Атомэнергoproект»	
Единый технический архив	
Инв. №	2332/000
Экз. №	1
Дата	20.12.2012

### СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Рук. сектора «Технологии бетонных  
и ремонтных работ»



Мякишев В.В.

Рук. группы «Производства бетонных  
и ремонтных работ»



Тютюнщиков Н.В.

Младший научный сотрудник



Рубин Д.Б.

Инженер



Зайцев В.Н.

## СОДЕРЖАНИЕ

	<u>СТР.</u>
ВВЕДЕНИЕ .....	4
ОБЩАЯ ЧАСТЬ.....	5
1. ТРЕБОВАНИЯ К МАТЕРИАЛАМ, БЕТОНУ И БЕТОННОЙ СМЕСИ .....	7
1.1. Требования к материалам для приготовления бетонной смеси .....	7
1.2. Требования к бетону и бетонной смеси .....	7
2. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА АРМАТУРНЫХ И ОПАЛУБОЧНЫХ РАБОТ.....	9
2.1. Арматурные работы.....	9
2.2. Опалубочные работы.....	10
3. ПРОИЗВОДСТВО БЕТОННЫХ РАБОТ.....	12
3.1. Организация бетонных работ.....	12
3.2. Подготовительные работы.....	13
3.3. Бетонные работы.....	14
3.4. Мероприятия по уходу за бетоном.....	21
4. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПРОИЗВОДИМЫХ РАБОТ.....	23
4.1. Контроль арматурных и опалубочных работ. Приемка блока к бетонированию.....	23
4.2. Контроль бетонной смеси.....	24
4.3. Контроль за выдерживанием бетона в конструкциях.....	25
4.4. Контроль качества бетона .....	26
4.4.1. Контроль качества бетона по физико-механическим характеристикам.....	26
4.4.2. Контроль качества бетона по деформативным характеристикам (в.ч. реологическим и физико-техническим).....	27
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	29
ПРИЛОЖЕНИЯ	
Приложение №1. Состав бетона для бетонирования купольной части внутренней защитной оболочки здания реактора 10 UJA и 20 UJA .....	29
Приложение №2. Схема расположения температурных скважин в бетонируемом блоке.....	33

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящий Технологический регламент разработан в соответствии с техническим заданием по Дополнительному соглашению №1 к договору № 354//08108/378 ДС11-3-304-790 «Разработка дополнительных технологических регламентов в 2012 году при сооружении объектов Нововоронежской АЭС-2», этап 3.

Технологический регламент включает следующие разделы:

- Общая часть;
- Требования к материалам, бетону и бетонной смеси;
- Производство бетонных работ при температуре наружного воздуха ниже +5°C;
- Контроль качества работ;
- Расчеты температурного режима и термонапряженного состояния конструкции.

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Действия настоящего Технологического Регламента распространяются на производство бетонных работ при возведении купольной части внутренней защитной оболочки (ВЗО) реакторных зданий 10УJA и 20УJA Нововоронежской АЭС-2 до отм. +56.963 при температурах наружного воздуха от -10 до +5°C.

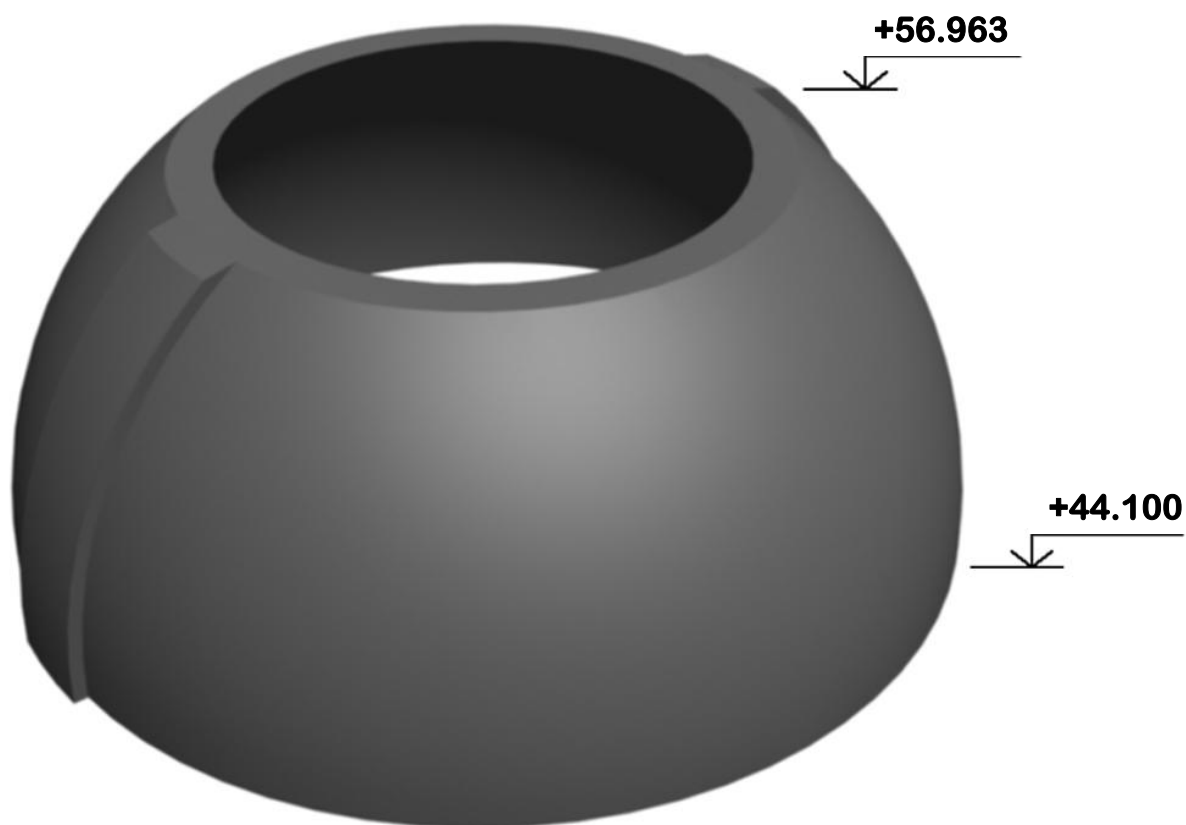
Регламент является дополнением к проекту производства работ, в котором приводится подробная информация о механизмах, оборудовании, технологической оснастке, монтажных работах, а также содержится информация о технике безопасности и мероприятиях по охране окружающей среды.

При разработке Технологического регламента использовалась следующая исходная информация:

- Проект производства работ «10 УJA. Реакторное здание. Устройство купола внутренней защитной оболочки выше отм.+44.100. NW2O.W.503.1.0УJA &&&&&.000.KE.0141».
- Комплекты рабочих чертежей: NW2P.D.120.1.0УJA&&. &&&&.012.DC.00232; NW2P.D.120.1.0УJA&&. &&&&.012.DC.00233; NW2P.D.120.1.0УJA&&. &&&&.012.DC.0292÷ 0296.

Проектные требования к бетону купольной части защитных оболочек реакторных зданий 10УJA и 20УJA – B50W6F50

Для бетонирования конструкций внутренних защитных оболочек зданий 10УJA и 20УJA при температурах наружного воздуха от -10 до +5°C принят бетон B50W6F100, изготовленный по карте подбора состава бетона №50СУБ ПМ-2/09.



**Рис.1.** Общий вид купольной части внутренней защитной оболочки  
в отм. +44.100÷+56.963

## 1. ТРЕБОВАНИЯ К МАТЕРИАЛАМ, БЕТОНУ И БЕТОННОЙ СМЕСИ

### 1.1 Требования к материалам для приготовления бетонной смеси по карте №50СУБ ПМ-2/09

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/см<sup>3</sup> 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/см<sup>3</sup>, с содержанием ПиГ не более 2%.
- с целью обеспечения проектных марок по морозостойкости F100, 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.

### 1.2 Требования к бетону и бетонной смеси

Для бетонирования конструкций внутренней защитной оболочки реакторных зданий 10UJA и 20UJA используется бетон класса по прочности на сжатие B50 марке по водонепроницаемости W6, марке по морозостойкости F100 (карта подбора состава бетона №50СУБ ПМ-2/09 см. Приложение №1).

Для бетона внутренней защитной оболочки предъявляются дополнительные требования согласно «Техническим требованиям по выполнению бетонных и железобетонных конструкций зданий и сооружений», NW2P.D.120. &.&&&&&.&&&&&.012.MD.0001:

- предельная величина усадки –  $30\times10^{-5}$ ;
- начальный модуль упругости – для бетона B50 – на уровне 38000 МПа;
- начальный коэффициент поперечной деформации ~ 0,2;

- коэффициент линейного температурного удлинения при температуре менее +50 °C – не более  $1 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ;
- предельное значение коэффициента ползучести  $\approx 2,0$  в возрасте 28 суток при температуре бетона в конструкции +20°C.

Бетонная смесь, поступающая на строительную площадку для укладки в конструкции должна обладать следующими характеристиками:

- подвижность – П5 по ГОСТ 10181.0-2000, расплавом конуса  $P=50 \div 60 \text{ см}$ ;
- расслаиваемость (водоотделение по ГОСТ 7473) не более 0,3%;
- температура в пределах  $+10 \div 15 \pm 2 \text{ } ^\circ\text{C}$ ;
- средняя плотность –  $2400 \pm 20 \text{ кг/м}^3$ ;

Приготовление бетонной смеси производится на бетонном заводе, имеющем технологическое оборудование, прошедшее метрологическое освидетельствование и пригодное для приготовления, и дозирования составляющих бетонной смеси.

Доставка бетонной смеси от бетонного завода до места укладки ее в конструкцию осуществляется автобетоносмесителями (миксерами). Время транспортировки бетонной смеси на строительную площадку не должно превышать  $30 \div 40$  мин.

Подача бетонной смеси в конструкцию купольной части ВЗО реакторного здания 10UJA и 20UJA осуществляется с применением бетононасосов и стационарных бетоно-раздаточных стрел с длиной стрелы 50 м и 32 м.



## **2. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА АРМАТУРНЫХ И ОПАЛУБОЧНЫХ РАБОТ**

### **2.1 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; при этом должен быть установлен тщательный надзор за неизменяемостью положения арматуры.

Толщина защитного слоя бетона над рабочей арматурой, должна обеспечиваться путем установки специальных фиксаторов. Запрещается применять прокладки из обрезков арматуры, деревянных брусков, щебня и пр.

Установку закладных деталей в железобетонные конструкции выполнять в соответствии с «Техническими требованиями по выполнению бетонных и железобетонных конструкций» NW2P.D.120.&.&&&&&.&&&&&.012.MD.0001» раздел 3.

Помимо указанных в рабочих чертежах допустимых геометрических отклонений, закладные изделия, устанавливаемые в железобетонные конструкции, могут иметь отклонения указанные в ППР NW2O.W.503.1.0UJA&&.&&&&&.000.KE.0141 п.3.7.8.

Установленные закладные должны быть приняты комиссионно в установленном порядке и оформлены актом освидетельствования скрытых работ.

Приемка изделий осуществляется в объеме 100%.

Перед бетонированием следующих ярусов оболочки конструкций установленный арматурный каркас очищают от остатков бетона и ржавчины.

### **2.1.1 Установка температурных скважин для контроля температурного режима твердения бетона**

Для контроля температурного режима твердения бетона в бетонируемых блоках устанавливаются температурные скважины. Для определения температуры твердеющего бетона используются только поверенные контактные термометры. Температурные скважины устанавливаются в конструкции на разных уровнях бетонируемого блока в 4-х сечениях по 4 шт. в каждом. Схема размещения температурных скважин приведена в Приложении 2. По усмотрению производителя бетонных работ количество температурных скважин может быть увеличено.

Для устройства скважин рекомендовано применять стальные трубы с заваренным дном Ø40мм и высотой  $h=400\div 1500$  мм.

Во избежание попадания бетона в скважину верхний конец трубы должен быть выше бетона уложенного яруса на высоту примерно на 200 мм, верхний конец трубы закрывается пробкой.

### **2.2 Опалубочные работы**

Бетонирование купольной части производят в подъемно-переставной опалубке фирмы «DOKA», тип опалубки MF240, высота – 1,4 м.

Используемая опалубка относится к 1-му классу и должна удовлетворять требованиям ГОСТ Р 52085-2003.

Опалубочные работы производятся в соответствии с ППР «10 UJA. Реакторное здание. Устройство купола внутренней защитной оболочки выше отм.+44.100. NW2O.W.503.1.0UJA &&.&&&&.000.KE.0141».

Опалубка должна обеспечивать надежное примыкание ее 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. Следует использовать специальные смазки не влияющие на качество бетона и неоставляющие на его поверхности пятен. Используемая смазка не должна приводить к повреждению и коррозии опалубочных щитов. Желательно применять рекомендуемые производителем опалубки смазочные материалы.

На поверхность опалубочных щитов смазку следует наносить тонким слоем с помощью распылителя или кисти, излишки смазки должны быть удалены.

Для выполнения работ по уплотнению бетонной смеси, 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 должно быть очищено от мусора, от обрезков стержней арматуры, электродов и других посторонних предметов.

Контроль качества опалубочных работ осуществляется путем проверки правильности монтажа опалубки, на каждом бетонируемом ярусе.

При установке элементов опалубки должны быть обеспечены:

- устойчивость и неизменяемость их положения;
- безопасность производства работ;
- точность их положения с помощью постоянного геодезического контроля;
- прочность и надежность монтажных соединений.

Производственный контроль качества строительно-монтажных работ надлежит осуществлять в соответствии со СНиП 3.01.01-85.

За правильностью установки и закрепления опалубки в проектное положение проверяет геодезическая служба производителя работ.

Допускаемые отклонения при установке опалубки по ГОСТ 52085-2003 не должны превышать значений указанных в ППР NW2O.W.503.1.0UJA&&.&&&&.000.KE.0141 п.3.8.12.

Правильность положения опалубки в пространстве проверяют привязкой к разбивочным осям нивелировкой, а измерение допустимых отклонений опалубки и арматуры производится рулеткой.

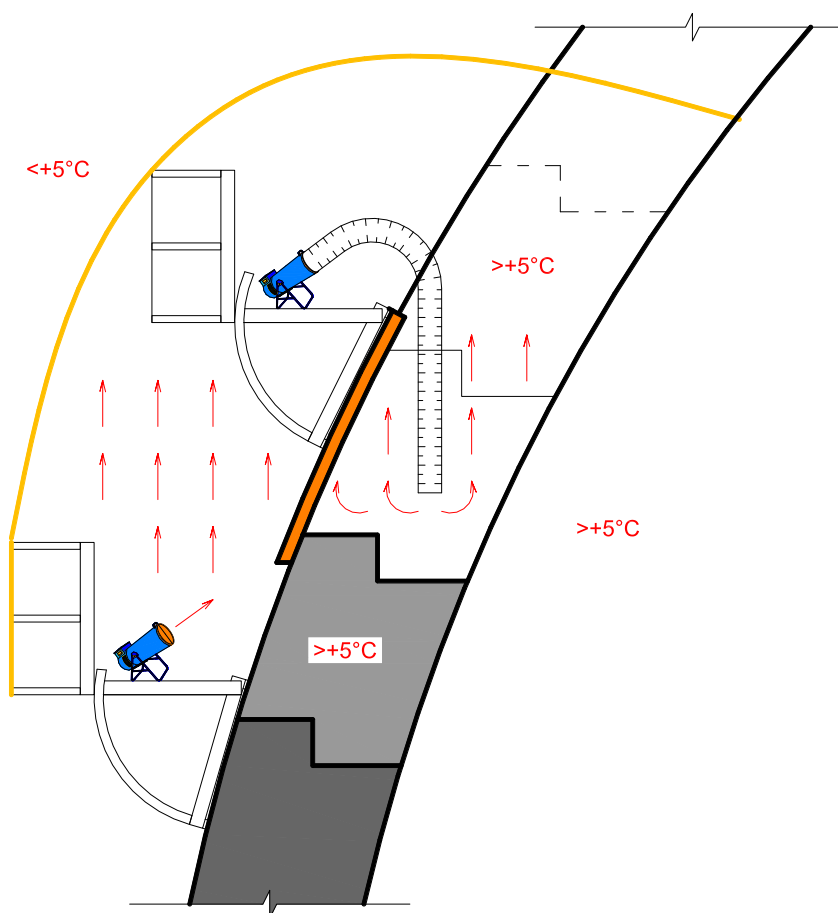
Перед бетонированием опалубка очищается от снега и наледи, например, струей горячего воздуха под брезентовым или полиэтиленовым укрытием с просушиванием поверхностей. Не допускается снимать наледь с помощью пара или горячей воды.

### 3. ПРОИЗВОДСТВО БЕТОННЫХ РАБОТ

#### 3.1 Организация бетонных работ

Выполнение бетонных работ, включая работы по подготовке к бетонированию купольной части внутренних защитных оболочек зданий реакторов 10 UJA и 20UJA, производятся при температурах наружного воздуха от -10 до +5°C.

Выполнение бетонных работ, включая работы по подготовке к бетонированию ярусов купола ВЗО, планируется производить при температурах наружного воздуха ниже +5°C под защитой тепляка, который перед бетонированием крепится к опалубке с внешней стороны ВЗО. С внутренней стороны ВЗО в помещениях гермозоны также поддерживается положительная температура не ниже +5°C.



## **3.2 Подготовительные работы**

Подготовительные работы включают следующие основные мероприятия:

- подготовка основания для бетонирования;
- выполнение арматурных работ
- подготовка механизмов и оборудования – бетононасосов, вибраторов и т.д.;
- монтаж опалубочной системы с подмостями в проектное положение и подготовку ее для бетонирования;
- подготовка поста(ов) для контроля качества бетонной смеси на месте приемки;
- ревизия системы энергоснабжения и обеспечение техники безопасности при производстве работ;
- устройство скважин для контроля температуры бетона;
- подготовка необходимого количества тепло- и влагозащитных материалов.

### ***Подготовка основания***

С горизонтальной поверхности ранее забетонированного блока (яруса) удаляется цементная пленка при помощи металлических щеток. Работы по снятию цементной пленки производятся через 5÷10 часов после окончания бетонирования. 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 и требований ППР.

До укладки бетонной смеси в ярус бетонирования необходимо произвести контрольные замеры температуры основания, которая должна быть не ниже +5°С. При необходимости произвести обогрев основания тепловыми пушками. В процессе подготовки яруса к бетонированию должны быть отогреты до положительных температур арматурные конструкции, закладные части, детали и поверхности опалубки в пределах бетонируемого яруса.

Перед укладкой бетонной смеси бетонное основание должно быть смочено теплой водой (+15÷20°С). Излишки воды должны быть удалены с поверхности основания.

### ***Подготовка механизмов и оборудования***

Для бетонирования конструкции купольной части внутренней защитной оболочки до отм. +56.963 необходимо задействовать 4 бетонораздаточных стрел и 4 бетононасосов. Два бетононасоса и две бетонораздаточные стрелы резервные.

Для уплотнения бетонной смеси необходимо иметь в наличии 12 вибраторов: 8 основных (по два на каждую бетонораздаточную стрелу) и 4 резервных.

### ***Подготовка каналовобразователей***

*Для предотвращения циркуляции холодного воздуха в каналовобразователях перед бетонированием они должны быть герметизированы.*

### ***Требования к расположению швов бетонирования***

Горизонтальные швы бетонирования должны располагаться:

- на расстоянии не менее 50 мм от внешнего края горизонтальных каналовобразователей;
- не менее 100 мм от внешнего края анкерных колодцев.

### ***Подготовка лабораторного поста(ов) для контроля качества бетонной смеси на месте укладки***

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

## **3.3 Бетонные работы**

Доставка бетонной смеси от бетонного завода до места укладки ее в конструкцию осуществляется автобетоносмесителями (миксерами) типа СБ-234 или аналогичными с объемом бункера  $6 \div 10 \text{ м}^3$ .

Интервал времени от момента приготовления бетонной смеси на бетонном заводе до начала укладки ее в ярус бетонирования должен составлять не более 30 мин.

Бетонирование производится ярусами высотой 1,4 м (см. рис.3.1.) в подъемно-переставной опалубке типа MF240 под защитой тепляка, в котором на весь период выполнения бетонных работ поддерживается температура воздуха пределах  $+10 \div +15^\circ\text{C}$ .

Для подачи бетонной смеси в купол внутренней защитной оболочки используется бетонораспределительные стрелы «Putzmeister MXKD-50с» (БРС №3 и 6, БРС №5 - резервная), подача бетона в стрелы производится стационарными бетононасосами «Putzmeister» (3 шт., один бетононасос резервный) и бетонораспределительные стрелы «SANY HDR-32» (БРС №1, 2 и 3), подача бетона в стрелы производится 3-мя стационарными бетононасосами «SANY 60HBC» (схема приведена на рис.3.3.).

Допускается применять другие схемы, например, использовать 2 стационарных бетононасоса «SANY» с двумя бетонораздаточными стрелами «SANY HDR-32» (№1 и 2) длиной стрелы 32 м и 2 бетононасоса «Putzmeister» (№3 и 6) с 2-мя бетонораздаточными стрелами «Putzmeister MXKD-50с» с длиной стрелы 50 м.

Укладка бетонной смеси в блок (ярус) бетонирования осуществляется в соответствии с приведенной ниже технологической схемой.

Не допускается при бетонировании сбрасывать бетонную смесь в блок с высоты более 1,0 м.

Бетонирование каждого блока должно осуществляться без перерыва с заданной интенсивностью согласно технологической схеме бетонирования.

Приступать к бетонированию следующего яруса следует после набора бетоном предыдущего (забетонированного) яруса:

- не менее 40% от проектной прочности – для ярусов до отм.+54.270;
- не менее 70% от проектной прочности – для ярусов выше отм.+54.270.

### ***Технологическая схема бетонирования***

Подача бетонной смеси в блоки (яруса) бетонирования осуществляется в точки подачи в соответствии со схемой см. рис. 3.2. Количество точек подачи в бетонируемом блоке – 24 шт.

Бетонная смесь укладывается в конструкцию последовательными слоями высотой по 200÷250мм, см. рис. 3.4.

Минимальная интенсивность бетонирования ярусов купольной части – 40 м<sup>3</sup>/ч. Интенсивность бетонирования рассчитана, исходя из условий твердения бетона, времени перекрытия слоев и высоты слоев бетонирования.

Максимальная интенсивность бетонирования не должна превышать 60 м<sup>3</sup>/ч. Данная интенсивность определена из условия максимально допустимой нагрузки на металлическую облицовку от свежесуложенного бетона – 0,015 МПа.

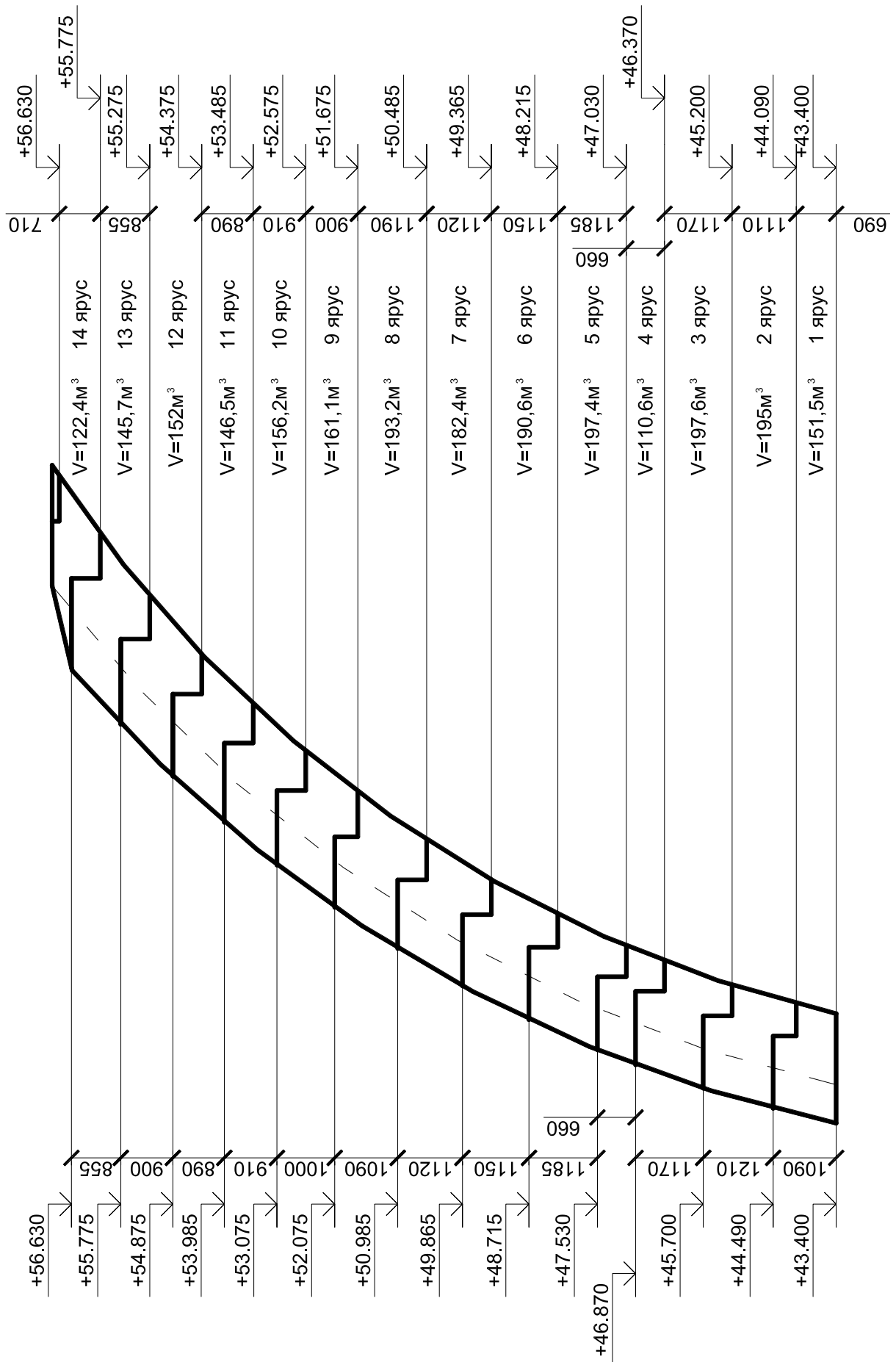
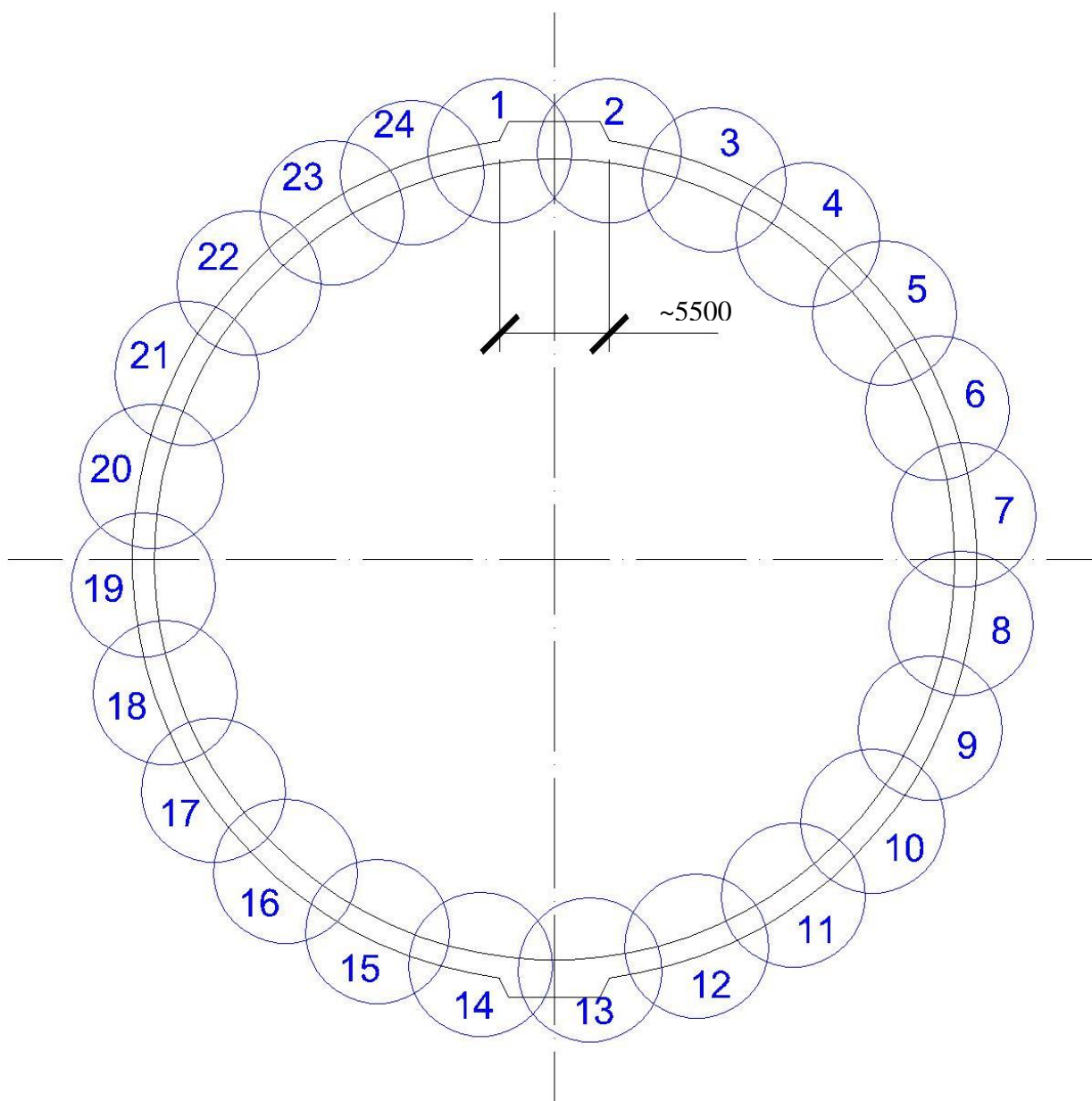
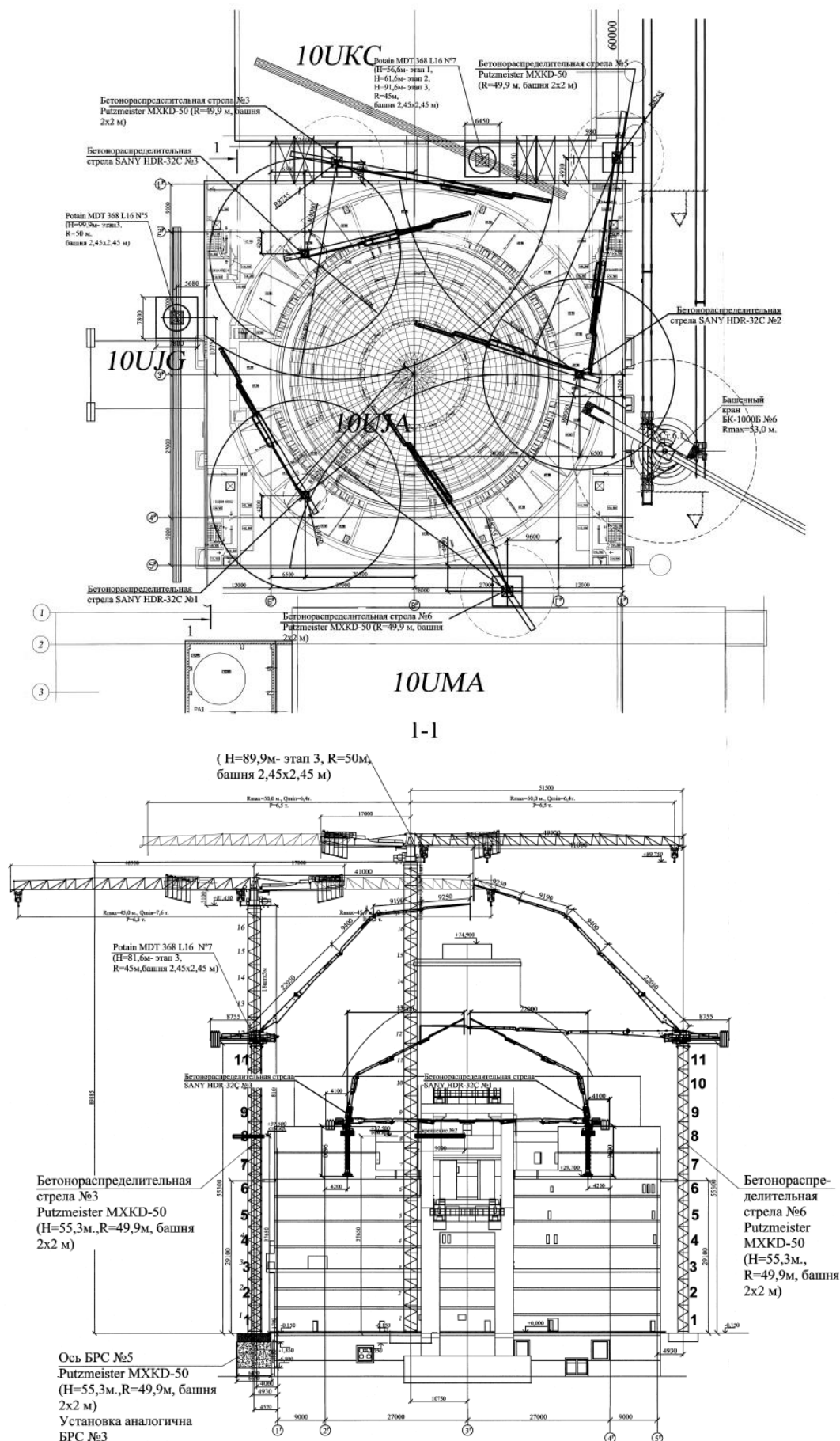


Рис. 3.1. Основные размеры яруса бетонирования





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



**Рис.3.3.** Схема подачи и укладки бетонной смеси в блоки (яруса) бетонирования

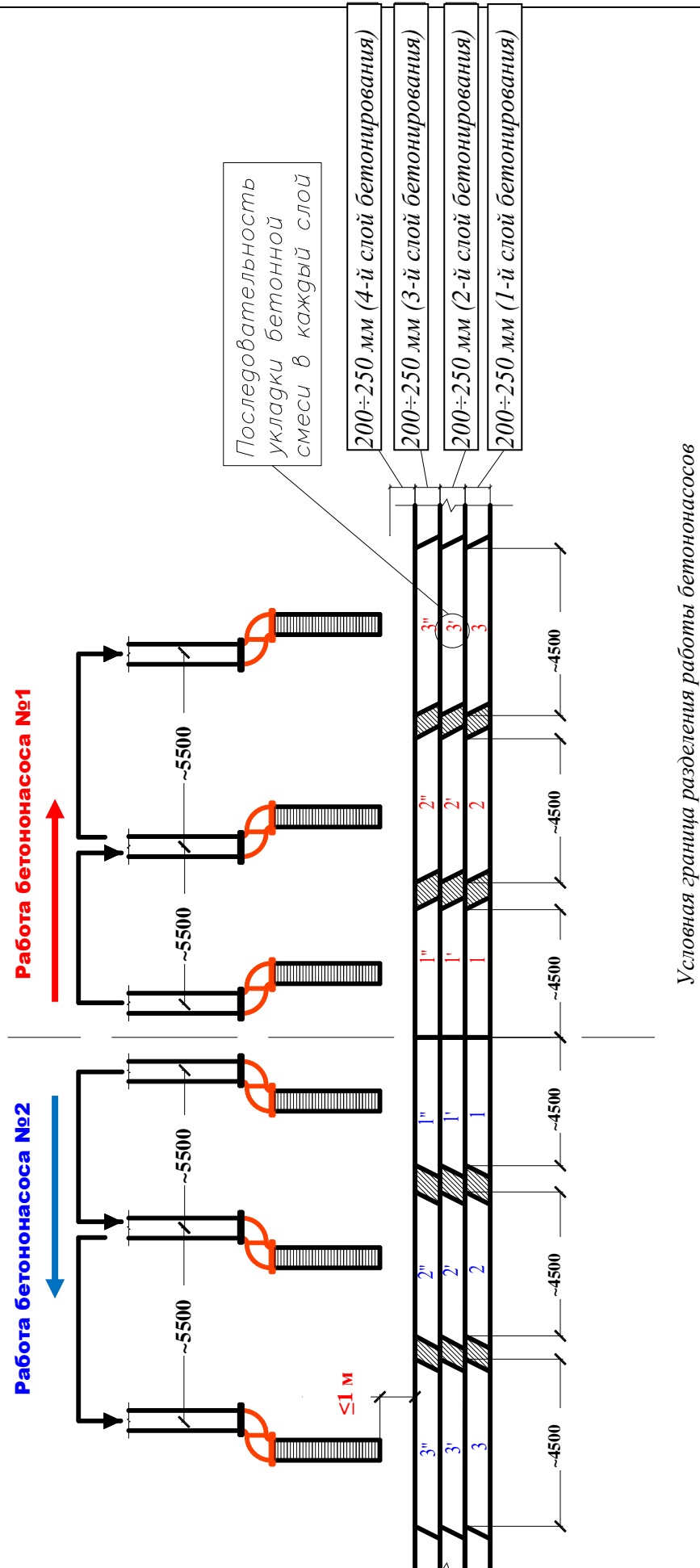
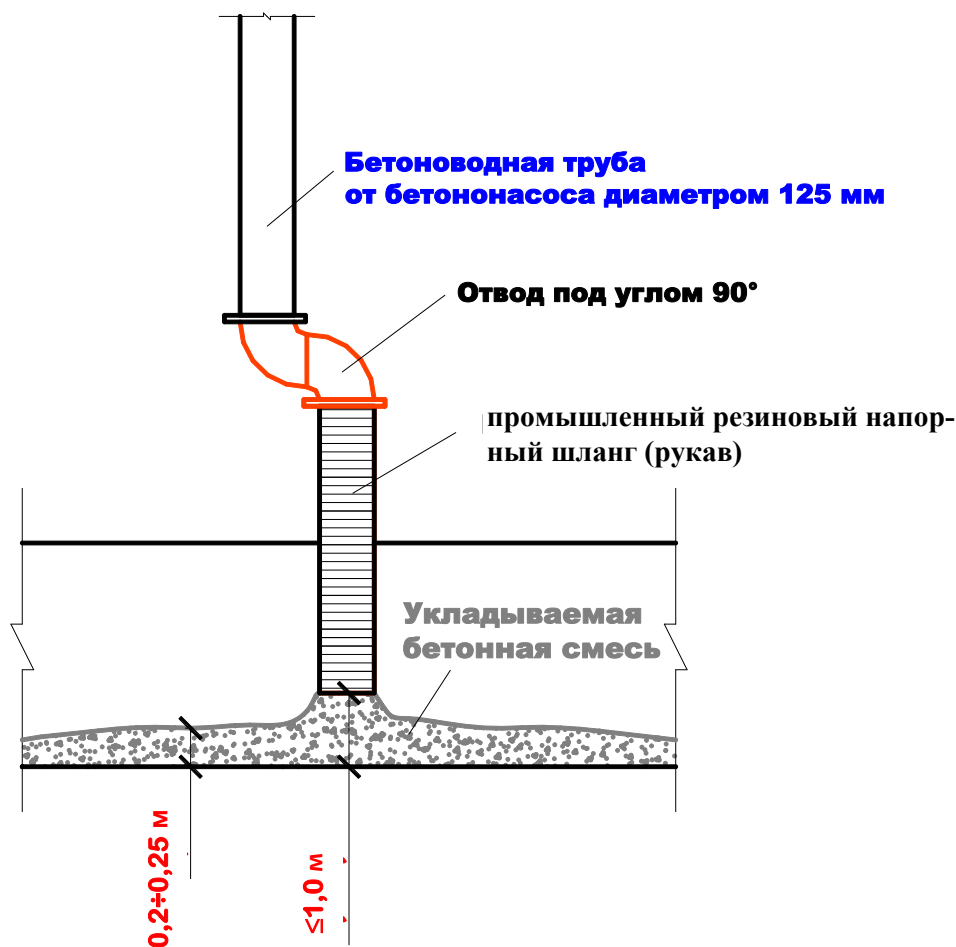


Рис.3.4. Схема укладки слоев бетона при бетонировании ярусов купольной части внутренней защитной оболочки

Для гашения скорости и во избежание расслаивания бетонной смеси на бетоноводной трубе необходимо предусмотреть установку отвода-колена под 90° (см.рис. 3.5).

К отводу-колена подсоединяется промышленный резиновый напорный шланг (рукав), который опускается в каждое место подачи бетонной смеси.



**Рис.3.5.** Схема подачи бетонной смеси по бетоноводу с установленным на нем отвода – колена под углом 90°

Разбавление водой или добавками пластификаторов (С-3, ПФМ-НЛК и пр.), доставленной на место укладки бетонной смеси **КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩАЕТСЯ!**

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

- время вибрирования первого слоя в одной точке не должно превышать 10 секунд;

- время вибрирования второго и последующих слоев в одной точке должно составлять 4÷5 секунд;
- во избежание образования пор и полостей на контакте бетон-опалубка особое внимание должно уделяться виброуплотнению бетонной смеси в этой зоне (уменьшить шаг перестановки вибратора до 300 мм и увеличить время виброуплотнения бетонной смеси до 10 сек.);
- для получения однородности бетона при уплотнении шаг перестановки вибратора должен быть в пределах 600÷900мм.

Вокруг анкерных колодцев вибрирование бетонной смеси должно производиться на расстоянии 500±50мм глубинным механическим вибратором с диаметром булав 49 мм.

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

### **3.4 Мероприятия по уходу за бетоном**

На месте укладки бетонной смеси температура бетонной смеси должна быть в пределах +10÷+15°.

После бетонирования верхняя поверхность блока до момента укладки следующего яруса должна быть защищена влагозащитным материалом (полиэтиленовая пленка) и теплоизоляционным покрытием с коэффициентом теплопередачи  $\beta = 5,0$  ккал/м<sup>2</sup>ч°С (дорнит).

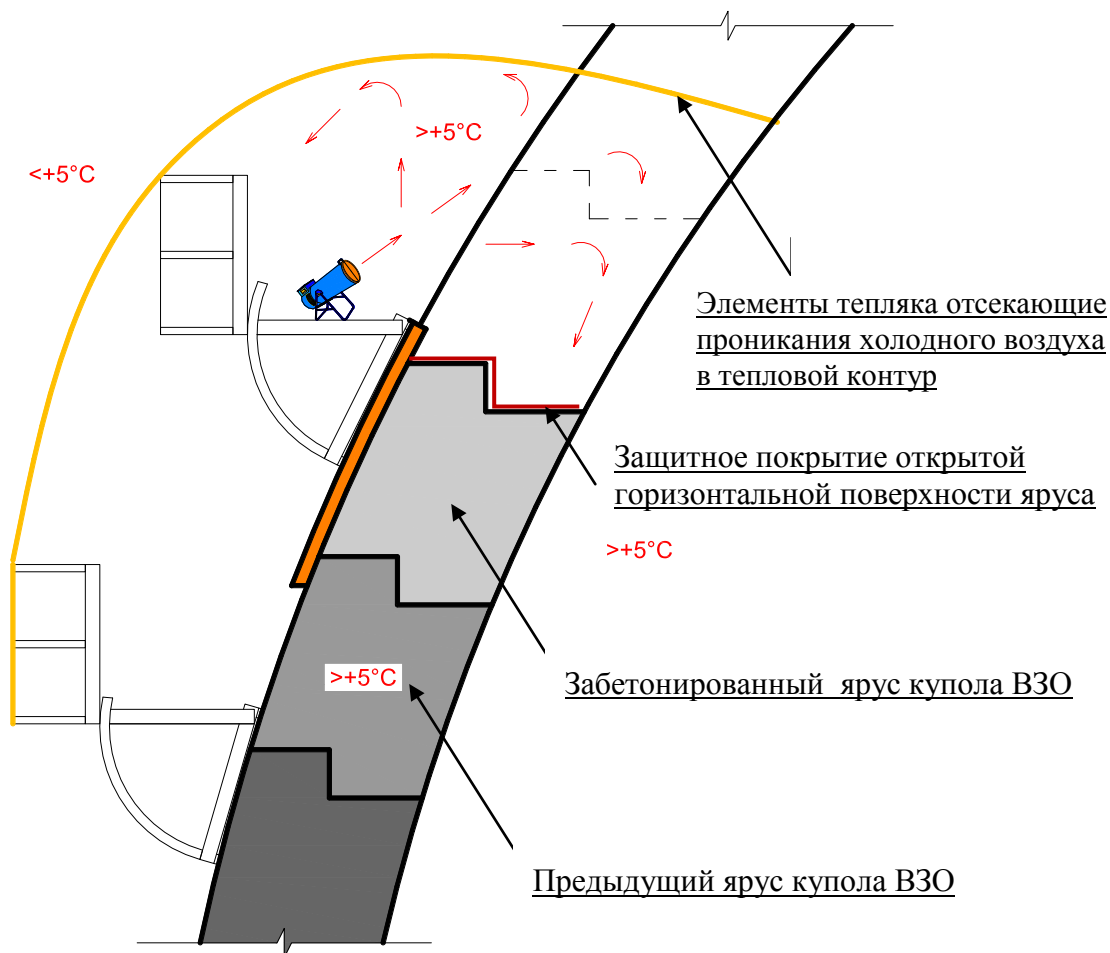
При необходимости снятия опалубки с наружной поверхности блока через 3÷4-е сутки, согласно полученным расчетам температурного режима и термонапряженного состояния бетона в блоке, необходимо при снятии опалубки произвести утепление бетонной поверхности.

Демонтаж опалубки производить отдельными секторами с последующим нанесением пленкообразующих составов на открываемые бетонные поверхности и укрытием боковых граней блока теплоизоляционным материалом с коэффициентом не выше  $\beta = 1,2\div 1,6$  ккал/м<sup>2</sup>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 или поднять температуру воздуха в тепляке до необходимого значения градиента.

Снятие теплоизоляционного укрытия или опалубки (при выдерживание бетона в опалубке) с яруса производится при достижении градиента температур – между температурой бетона в поверхностном слое и температурой воздуха в тепляке – не более 10°C.



**Рис.3.6.** Условная схема необходимых условий твердения бетона забетонированных ярусов купола ВЗО

Сразу после снятия опалубки проводится визуальный осмотр бетонных поверхностей забетонированного яруса. При обнаружении дефектов бетона (раковин, каверн, участков непроработанного бетона, волосяных трещин с небольшой глубиной распространения и т.д.) проводится инструментальное обследование поверхностей с определением фактических размеров и параметров дефектов и принимается решение о необходимости ремонта.

Проведение ремонтных работ рекомендуется проводить сразу после осмотра распалубленного яруса при установленном тепляке .

## 4. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА РАБОТ

### 4.1 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, установленных 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 лаборатории.

Приемка блока (яруса) купольной части защитной оболочки к бетонированию.

Приемка блока производится комиссией, в состав которой входят представители производителя работ, службы технического надзора Заказчика, Генподрядчика, подрядчика и представители ЦСЛ.

Результаты приемки блока, подготовленного к бетонированию, фиксируются в журнале производства работ с составлением акта приемки.

Если перерыв между приемкой блока (кольца) и укладкой бетонной смеси превышает 24 часа, укладка разрешается только после повторного освидетельствования блока.

#### **4.2 Контроль бетонной смеси**

На строительной площадке осуществляются мероприятия по оценке качества доставленной бетонной смеси на соответствие требований, указанных в п.1.1.3.

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 (расплыву) 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. 1.2 настоящего Регламента.

***В случае несоответствия 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:

- из первого автобетоносмесителя отбирается проба для определения всех характеристик (осадка конуса, средняя плотность, сегрегационная устойчивость, температура и объем вовлеченного воздуха).



- на пробах, отобранных из последующих пяти автобетоносмесителей, определяется осадка конуса, средняя плотность и температура бетонной смеси;
- при стабилизации указанных параметров дальнейший контроль осуществляется по подвижности и по температуре бетонной смеси из каждого десятого автобетоносмесителя.

Объем вовлеченного воздуха определяется не менее 2-х раз за время бетонирования одного блока (яруса) купольной части внутренней оболочки реактора.

#### **4.3 Контроль за выдерживанием бетона в конструкции**

Выполнение бетонных работ при температурах наружного воздуха ниже +5°C необходимо выполнять под устройством шатра. На весь период выполнения бетонных работ температура под шатром должна быть в пределах +10÷+15°C.

Температурный режим твердения бетона конструкции должен контролироваться при помощи контактных термометров. Для этого на разных уровнях бетонируемого яруса предусматривается устройство в 4-х сечениях по 4 температурные скважины в каждом.

Схема размещения температурных скважин приведена в Приложении 2.

*По усмотрению производителя бетонных работ количество температурных скважин может быть увеличено.*

Для устройства скважин рекомендовано применять стальные трубки с заваренным дном Ø40мм и высотой h=400÷1500 мм.

Во избежание попадания бетона в скважину верхний конец трубки должен быть выше бетона уложенного яруса на высоту примерно на 200 мм, верхний конец трубки закрывается пробкой.

Измерение температуры бетона в конструкции осуществляется производителем работ 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 суток – через 8 часов (3 раза в сутки).

Температуру воздуха в тепляке замеряют не реже 1-го раза в смену.

Снижение температуры воздуха в тепляке производится при разнице между температурой бетона на поверхности и температурой воздуха в тепляке – 5 (10°C).

Данные, температурного режима твердения бетона, фиксируются в журнале ухода за бетоном, который составляется отдельно на каждый ярус.

#### 4.4 Контроль качества бетона

##### 4.4.1 Контроль качества бетона по физико-механическим характеристикам

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

Контроль прочности бетона уложенного в яруса купольной части ВЗО производится по результатам испытания серий контрольных образцов-кубов размерами 100×100×100 мм:

- в промежуточном возрасте для определения распалубочной прочности, значение которой должно составлять:
  - для ярусов до отм.+54.270 –  $\geq 40\%$  проектной прочности;
  - для ярусов выше отм.+54.270 –  $\geq 70\%$  от проектной прочности.
- в 28 сут. возрасте (для определения прочности бетона в проектном возрасте).

Количество образцов в одной серии изготавливается в соответствии с ГОСТ10180-90 (не менее 3 образцов в серии).

Рекомендации по хранению и распалубке контрольных образцов. Контрольные образцы бетона, после изготовления хранятся в условиях твердения бетона конструкции до момента 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 в 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 с ГОСТ 10060.0-95 «Бетоны. Методы определения морозостойкости. Общие требования».

Периодичность изготовления контрольных образцов для контроля нормируемых параметров бетона изготавливают в соответствии с табл.4.1.

Таблица 4.1.

Вид испытаний	Количество серий контрольных образцов	Периодичность изготовления контрольных образцов
Определение прочности при сжатии по ГОСТ 10180-90	– не менее 1 серии для определения распалубочной прочности ( $\geq 40\%$ проектной прочности – для ярусов до отм.+54.270); ( $\geq 70\%$ от проектной прочности – для ярусов выше отм.+54.270).  – не менее 1 серии для испытаний в возрасте 28 сут.	при каждом бетонировании блока (яруса)
Определение водонепроницаемости по ГОСТ 12730.5-84	1 серия (из шести образцов) для испытаний в возрасте 28 сут.	не реже 1 раз в месяц
Определение морозостойкости по ГОСТ 10060.0-95	1 серия (количество образцов зависит от выбора метода испытаний) для испытаний в возрасте 28 сут.	не реже 1 раз в месяц

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

Определение деформативных характеристик должно производиться на призматических образцах размерами 100×100×400мм и образцах кубах с размерами 100×100×100мм.

Изготовление бетонных образцов-призм и образцов кубов для определения деформативных характеристик бетона производят на месте укладки бетонной смеси в конструкцию при бетонировании 40 яруса оболочки ВЗО в отм.+55,275÷+56,630.

Изготовление образцов, их хранение, распалубливание, взвешивание, упаковка во влагозащитный материал выполняется специалистами ОАО «ВНИИГ им.Б.Е.Веденеева» под контролем представителями Строительной лаборатории Генподрядчика.

В 1 серии должно быть 9 образцов призм (по ГОСТ24544-81 и ГОСТ24452-80.) и 6 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 призмочной прочности;
- 6 образцов контрольных образцов-кубов для определения прочности бетона при сжатии в возрасте 28 и 365 сут.

Требование по хранению и упаковке образцов:

**Образцы после распалубки (на вторые сутки) взвешивают и упаковывают в влагозащитный материал.**

Образцы доставляются для испытаний на определение деформативных характеристик во «ВНИИГ им. Б.Е.Веденеева».

Изготовление и испытание образцов на определение деформативных характеристик проводятся в соответствии с табл. 4.2.

Таблица 4.2.

**Количество и размер образцов бетона, отбираемые при бетонировании защитной оболочки для испытаний на деформативные характеристики**

Место отбора		Кол-во образцов, шт	Размер образцов $a \times b \times h$ , мм	Определяемый параметр	Длительность испытаний	Условия испытания
Отм., м	№ блока (кольца высотой 1,4 м)					
+55,275 ÷ +56,630	13 ярус	3	100x100x400	$R_{пр}$ , $E_b$ $\varepsilon_{shr}$ $\varepsilon_{creep}$ $R_{куб}$	кратковременные	$T=20^0C$ , $t_0=28$ сут
		3	100x100x400		длительные длительные	$t_0=28$ сут, $\sigma_b=0,3 R_{пр}$ $t-t_0=365$ сут, $T=20^0C$
		3	100x100x400			
		3	100x100x100		кратковременные	$T=20^0C$ , $t_0=28$ сут
		3	100x100x400	$R_{пр}$ , $E_b$ $\varepsilon_{shr}$ $\varepsilon_{creep}$ $R_{куб}$	кратковременные	$T=20^0C$ , $t_0=365$ сут
		3	100x100x400		длительные длительные	$t_0=365$ сут, $\sigma_b=0,3 R_{пр}$ $t-t_0=365$ сут
		3	100x100x400			
		3	100x100x100		кратковременные	$T=20^0C$ , $t_0=365$ сут

Примечание:

$t_0$  – возраст бетона на момент начала испытания  
 $t-t_0$  – длительность выдержки образца под нагруз-  
 $T$  – температура образца,  $^0C$   
 Высота яруса бетонирования –1,4 м

$R_{пр}$  – призмочная прочность  
 $R_{куб}$  – кубиковая прочность  
 $E_b$  – модуль упругости бетона  
 $\varepsilon_{shr}$  – относительная деформация усадки  
 $\varepsilon_{creep}$  – относительная деформация ползучести  
 $\sigma_b$  – напряжения в образце

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Комплекты рабочих чертежей: NW2P.D.120.1.0UJA&&. &&&&.012.DC.00232; NW2P.D.120.1.0UJA&&. &&&&.012.DC.00233; NW2P.D.120.1.0UJA&&. &&&&.012.DC.0292÷0296.
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 18105-2010 «Бетоны. Правила контроля и оценки прочности».
13. ГОСТ 7473-2010. «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. ТСН 102-00. «Железобетонные конструкции с арматурой классов А500С и А400С».
18. СНиП 3.09.01-85. «Производство сборных железобетонных конструкций и изделий».
19. ГОСТ 52544-2006. «Прокат арматурный свариваемый периодического профиля классов А500С и В500С для армирования железобетонных конструкций. Технические условия».
20. ГОСТ 14098-91. «Соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций».

***Приложение №1***

**состав бетона для бетонирования купольной части  
внутренней защитной оболочки здания реактора 10UJA и 20 UJA  
при температуре наружного воздуха ниже +5°C**

Согласовано



ОАО «ВНИИГ им. Б.Е.Веденеева»  
Генеральный директор  
В.И.Немендир  
2009 г.

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/см<sup>2</sup> 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 окружающего воздуха -0°C÷-10°C
- Цемент ПЦ 500-ДО-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/см<sup>3</sup>  
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/см<sup>3</sup>
- Добавка - ГПМ (порошок) (ТУ 5745-008-53268843-2007)
- 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/м<sup>3</sup>
  - 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 1м<sup>3</sup> 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 <sup>2</sup>	Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	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 03.11.09	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	
						2410	10.0	10.0	10.0	100		66,4	
			01.12.09	28	Норм.	2400	10.0	10.0	10.0	100	2394	65,4(-)	66,8
						2420	10.1	10.0	10.1	101		67,2	

Заключение: Бетон соответствует классу B50W6F100P5 Дозировка материала на замес 1 м<sup>3</sup> бетона:

цемент 425 кг; песок 700 кг;  
щебень фр. 5-20мм- 1060 кг; вода 170 кг;  
добавка ГПМ (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



## Приложение №2

