

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

**УТВЕРЖДАЮ**

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

*В. Б. Глазовский*  
«17» *июни* 2013 г.

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РЕГЛАМЕНТ**

**БЕТОНИРОВАНИЕ КУПОЛЬНОЙ ЧАСТИ ЗАЩИТНОЙ ОБОЛОЧКИ  
ЗДАНИЙ РЕАКТОРОВ 10UJA И 20UJA  
ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ НАРУЖНОГО ВОЗДУХА ОТ +5°C ДО +25°C И ВЫШЕ**  
Часть 2.

(Бетонирование купольной части ВЗО в отм. +56.963÷+61.700)

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.0039**

Зав.лабораторией технологии бетона  
и новых материалов, К.Т.Н.

*Г.З. Костыря*  
Г.З. Костыря

**КОНТРОЛЬНЫЙ  
ЭКЗЕМПЛЯР**

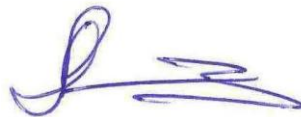
С - Петербург – 2013 г.

ОАО «Атомэнергoproject»  
Единый технический архив  
Инв. № 2683/ППР  
Экз. № 1  
Дата 26.06.2013

2683/ППР Проп. 26.06.2013.

### 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 В50W6F100.....	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.....	12
3.3. Бетонные работы.....	13
3.4. Мероприятия по уходу за бетоном.....	21
4. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА РАБОТ.....	22
4.1. Контроль арматурных и опалубочных работ. Приемка блока к бетонированию.....	22
4.2. Контроль бетонной смеси.....	23
4.3. Контроль за выдерживанием бетона в конструкциях.....	24
4.4. Контроль качества бетона .....	25
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	27
ПРИЛОЖЕНИЯ	
Приложение №1. Состав бетона для бетонирования купольной части внутренней защитной оболочки здания реактора 10 UJA и 20 UJA .....	28
Приложение №2. Схема расположения температурных скважин в бетонируемом блоке.....	31

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящий Технологический регламент является дополнением к ранее выданному технологическому регламенту «Бетонирование купольной части защитной оболочки зданий реакторов 10UJA и 20UJA при температуре наружного воздуха от +5°C до +25°C и выше. Часть 1. (Бетонирование купольной части ВЗО в от.м. +44.100÷+56.963)» разработанного 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 1.

Технологический регламент включает следующие разделы:

- Общая часть;
- Требования к материалам, бетону и бетонной смеси;
- Производство бетонных работ;
- Контроль качества работ.

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Действия настоящего Технологического Регламента распространяются на производство бетонных работ при возведении купольной части внутренней защитной оболочки (ВЗО) реакторных зданий 10UJA и 20UJA Нововоронежской АЭС-2 в отм. +56.963÷+61.700.

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.

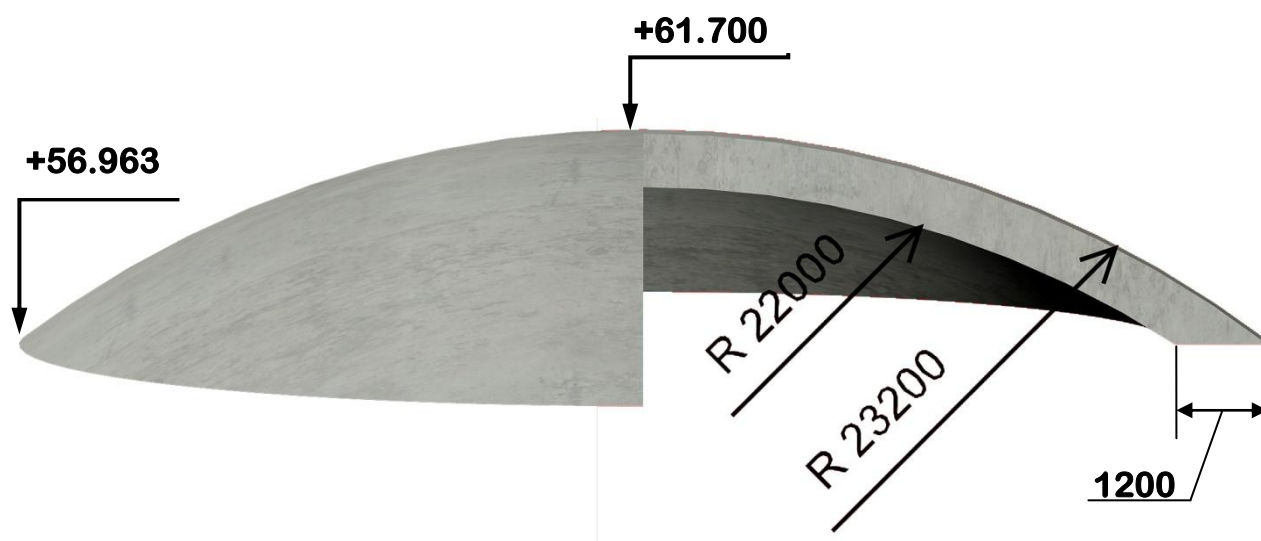
В Технологическом регламенте представлена технология производства бетонных работ и требования к технологическим процессам, выполняемым при температуре наружного воздуха выше +5°C.

При разработке Технологического регламента использовалась следующая исходная информация:

- Проект производства работ «10 UJA. Реакторное здание. Устройство купола внутренней защитной оболочки выше отм.+44.100. NW2O.W.503.1.0UJA &&&&&.000.KE.0141».
- 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.

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

Для бетонирования конструкций внутренних защитных оболочек зданий 10UJA и 20UJA принят бетон, изготовленный по карте подбора состава бетона №50 СУБ-1/09\*.



**Рис.1.** Общий вид купольной части внутренней защитной оболочки  
с отм. +56.963 до отм. +61.700



- начальный коэффициент поперечной деформации  $\sim 0,2$ ;
- 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 по ГОСТ 7473-2010: марка по осадке конуса – П5 (ОК более 20 см); марка по расплыву конуса – Р4 (РК=49÷55см);
- расслаиваемость (водоотделение по ГОСТ 7473) не более 0,3%;
- температура в пределах +15÷27°C;
- средняя плотность –  $2400 \pm 50 \text{ кг/м}^3$ ;
- содержание вовлеченного воздуха 3÷5%.

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 ÷ 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.

Бетонирование цилиндрической части внутренней защитной оболочки реакторных зданий 10UJA и 20UJA производится с применением состава бетона разработанного ОАО «ВНИИГ им.Б.Е.Веденеева» (см.Приложение №1).



## **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.

Для бетонирования с 14-го по 16-й ярус купольной части ВЗО используется сборная мелкощитовая опалубка 1-го класса. Размер используемых щитов опалубки – 550×1250 мм.

С 17-го по 20-й ярус для бетонирования используют сетчатую опалубку с применением сетки 2-5-070 НУ ГОСТ 3826-82\* с дополнительными креплениями из стержней арматуры Ø12 мм А400.

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.

### 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 в отм. +56.963÷+61.700, производятся при положительных температурах наружного воздуха (выше +5°C).

#### 3.2 Подготовительные работы

Подготовительные работы включают следующие основные мероприятия:

- подготовка основания для бетонирования;
- подготовка механизмов и оборудования – бетононасосов, вибраторов и т.д.;
- монтаж опалубки в проектное положение и подготовка 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.

Перед бетонированием горизонтальная поверхность ранее забетонированных блоков обильно орошается водой, излишки (лужи воды) должны быть удалены.

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

Для бетонирования конструкции купольной части внутренней защитной оболочки в отм. +44.100÷+56.963 необходимо задействовать 6 бетонораздаточных стрел и 6 бетононасосов. Один бетононасос и одна бетонораздаточная стрела резервные.

Для уплотнения бетонной смеси необходимо иметь в наличии 9 вибраторов: 6 основных (по два на каждую бетонораздаточную стрелу) и 3 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**

До начала работ по бетонированию купольной части внутренней защитной оболочки в отм. +56.963÷+61.700 должны быть произведены работы по монтажу вспомогательных несущих элементов герметичной защитной оболочки, включая саму герметичную оболочку толщиной 6мм в соответствии с проектом, установлены закладные детали и каналовобразователи.

Доставка бетонной смеси от бетонного завода до места укладки ее в конструкцию осуществляется автобетоносмесителями (миксерами) типа СБ-234 или аналогичными с объемом бункера 6÷10м<sup>3</sup>.

Интервал времени от момента приготовления бетонной смеси на бетонном заводе до начала укладки ее в блок составляет до 50 мин.

Бетонирование производится ярусами, размеры ярусов бетонирования купольной части ВЗО в отм. +56.963÷+61.700 приведены на рис. 3.1(а).

Для бетонирования с 14-го по 16-й ярус купольной части ВЗО используется сборная мелкощитовая опалубка 1-го класса. Размер используемых щитов опалубки – 550×1250 мм.

С 17-го по 20-й ярус для бетонирования используют сетчатую опалубку с применением сетки 2-5-070 НУ ГОСТ 3826-82\* с дополнительными креплениями из стержней арматуры Ø12 мм А400.

Для бетонирования купольной части ВЗО выше отм.+61.045 (20-го яруса) предлагаются следующие схемы (варианты) бетонирования:

**Вариант 1.** Вначале бетонируется 21-й ярус высотой 380 мм. После набора бетоном – 70% проектной прочности производят бетонирование 22-го яруса. Бетонирование 22-го яруса производится 2-мя захватками, разделенные между собой сетчатым швом с применением бетонной смеси с подвижностью П5 и дополнительной сетчатой опалубкой, см.рис.3.1(схема а).

**Вариант 2.** После набора бетоном 21-го яруса – 70% проектной прочности производят бетонирование 22-го яруса с применением бетонной смеси с подвижностью ПЗ и дополнительной сетчатой опалубкой, см.рис.3.1(схема б).

**Вариант 3.** Бетонирование купольной части ВЗО с отм. +56.630 до отм. +61.700 производится в сетчатой опалубке с применением бетонной смеси с подвижностью П5 по аналогии с бетонированием с 17-го по 20-й ярус, см.рис.3.1(схема в).

Для подачи бетонной смеси в купол внутренней защитной оболочки используется бетонораспределительные стрелы «Putzmeiser MXKD-50с» (БРС №3 и 6, БРС №5 - резервная), подача бетона в стрелы производится стационарными бетононасосами «Putzmeiser» (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 расстановки основного оборудования, например, использовать 2 стационарных бетононасоса «SANY» с двумя бетонораздаточными стрелами «SANY HDR-32» (№1 и 2) длиной стрелы 32 м и 2 бетононасоса «Putzmeiser» (№3 и 6) с 2-мя бетонораздаточными стрелами «Putzmeiser MXKD-50с» с длиной стрелы 50 м.

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

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

Бетонирование верхнего яруса при максимальной суточной температуре наружного воздуха выше +30°C необходимо производить в вечернее или ночное время.

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

Бетонирование каждого яруса 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 70% от проектной прочности.

*При использовании сетчатой опалубки для бетонирования ярусов купольной части ВЗО необходимо предусмотреть мероприятия по финишной обработке наклонных поверхностей после снятия опалубки.*

*Для получения бездефектной, гладкой и ровной поверхности рекомендуется применять ручные бетоно-заглаживающие или затирочные машины (вертолеты).*

*К финишной обработке бетонной поверхности приступают когда бетон наберет необходимую начальную прочность - когда нога человека в резиновой обуви не оставляет следа (определяется опытным путем) либо по инструкциям производителя затирочных машин.*

*Финишная затирка производится до характерного блеска бетона.*

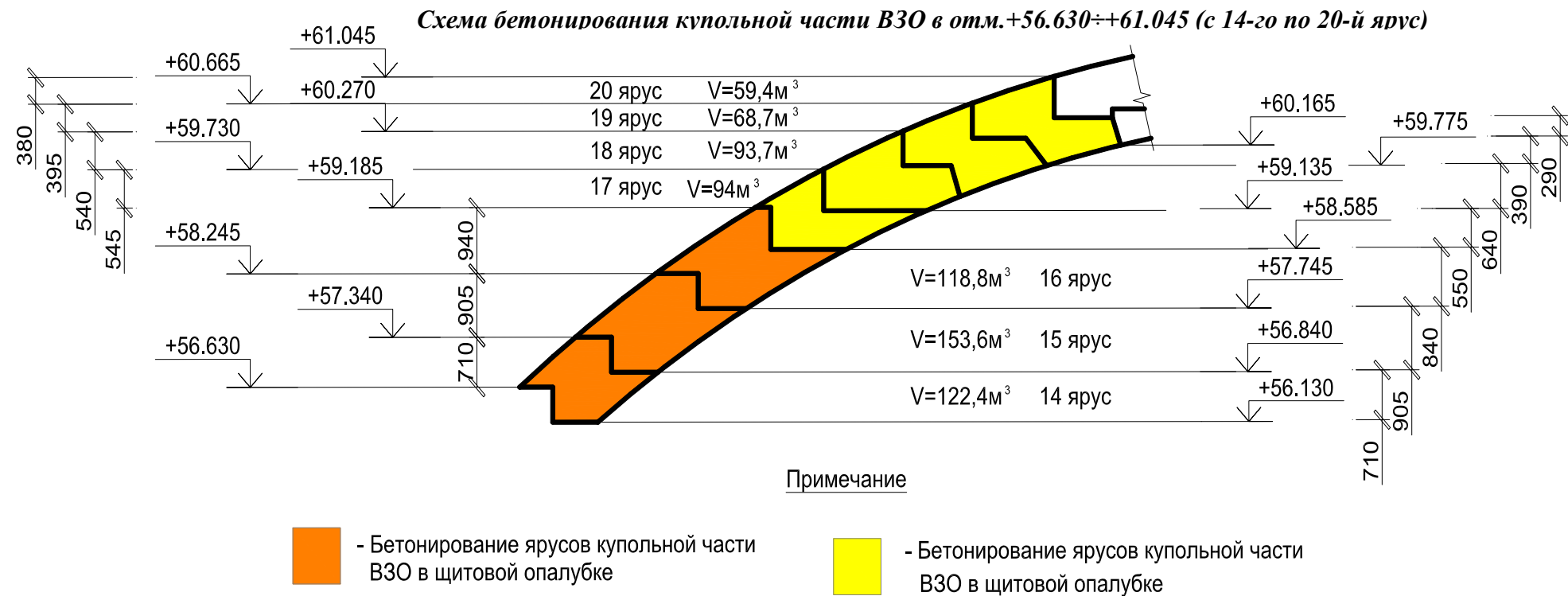


Рис.3.1. Схемы бетонирования купольной части ВЗО с отм. +56.630 до отм. +61.700

Схема А. Бетонирование купольной части ВЗО выше отм.+61.045 с применением бетонной смеси с подвижностью П5 и дополнительной сетчатой опалубки

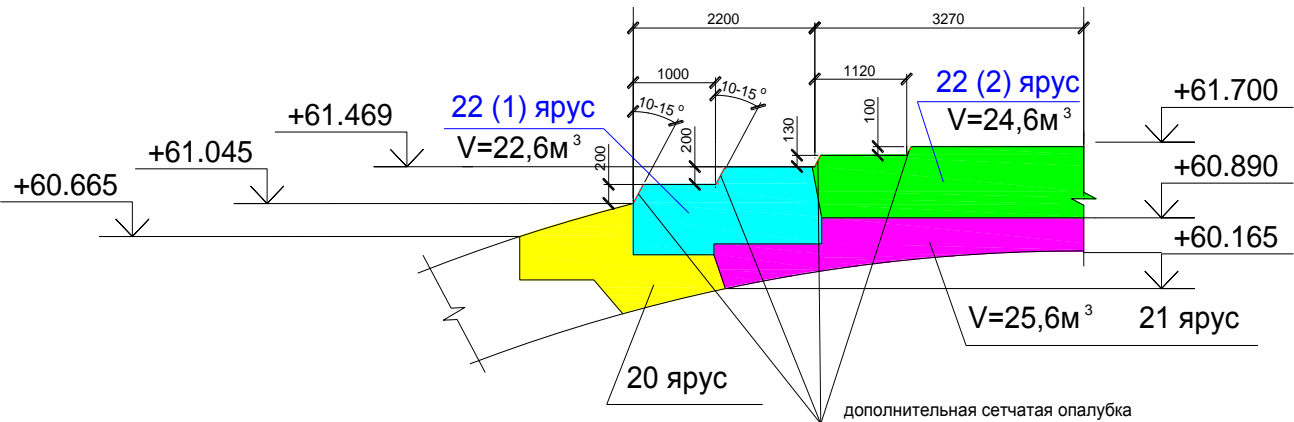


Схема Б. Бетонирование купольной части ВЗО выше отм.+61.045 с применением бетонной смеси с подвижностью П3 и дополнительной сетчатой опалубки

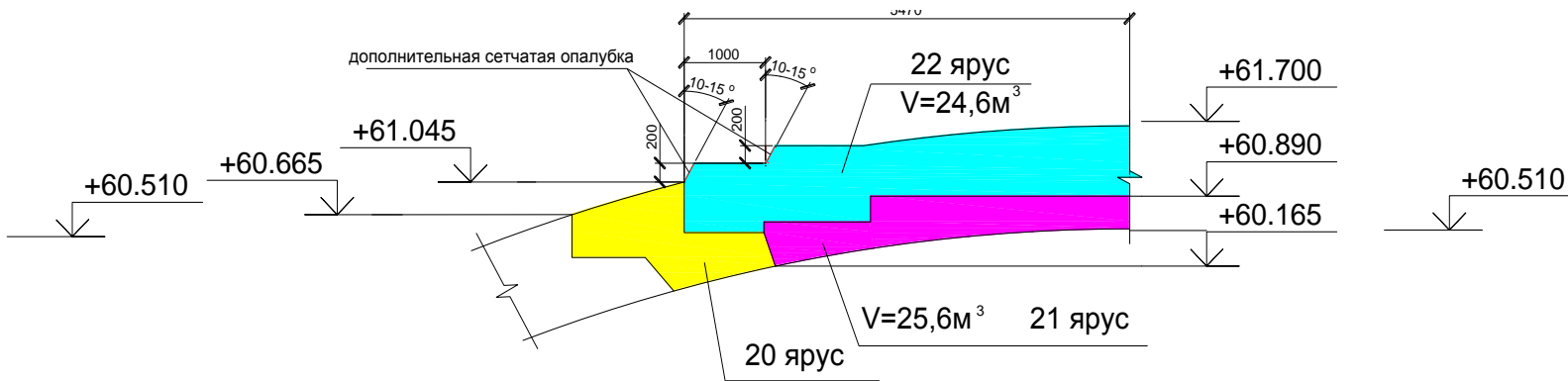


Схема В. Бетонирование купольной части ВЗО выше отм.+61.045 с применением бетонной смеси с подвижностью П5 и сетчатой опалубки

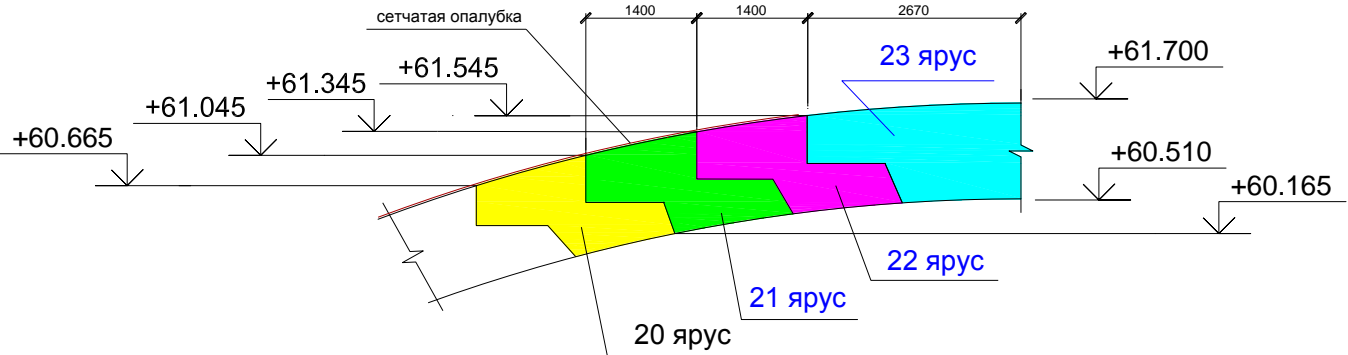
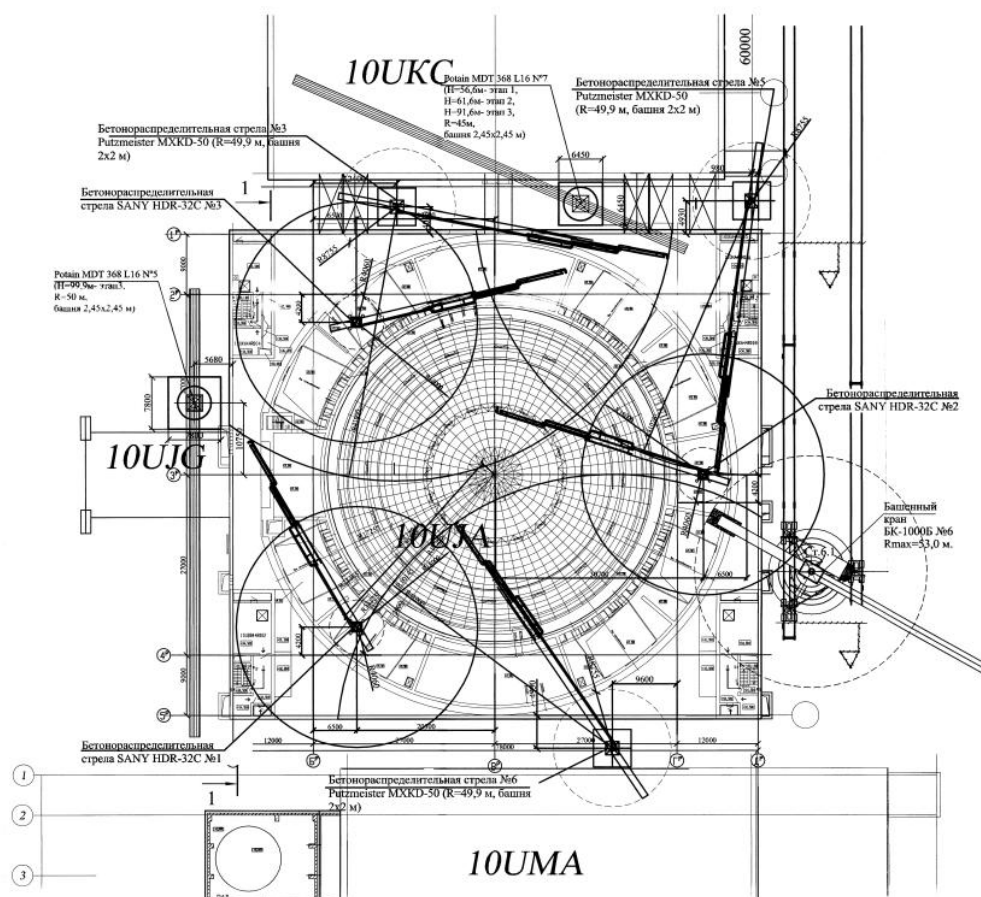
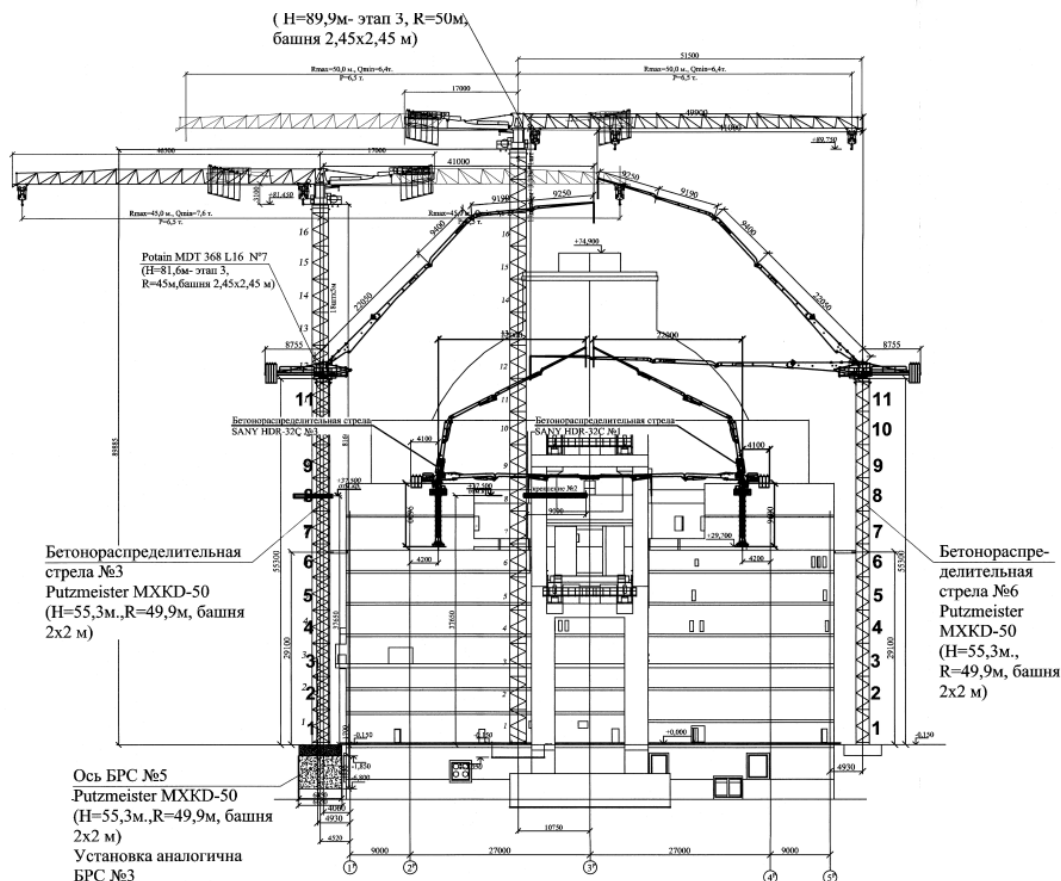


Рис.3.2. Схемы бетонирования купольной части ВЗО с отм. +61.045 до отм. +61.700





1-1



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

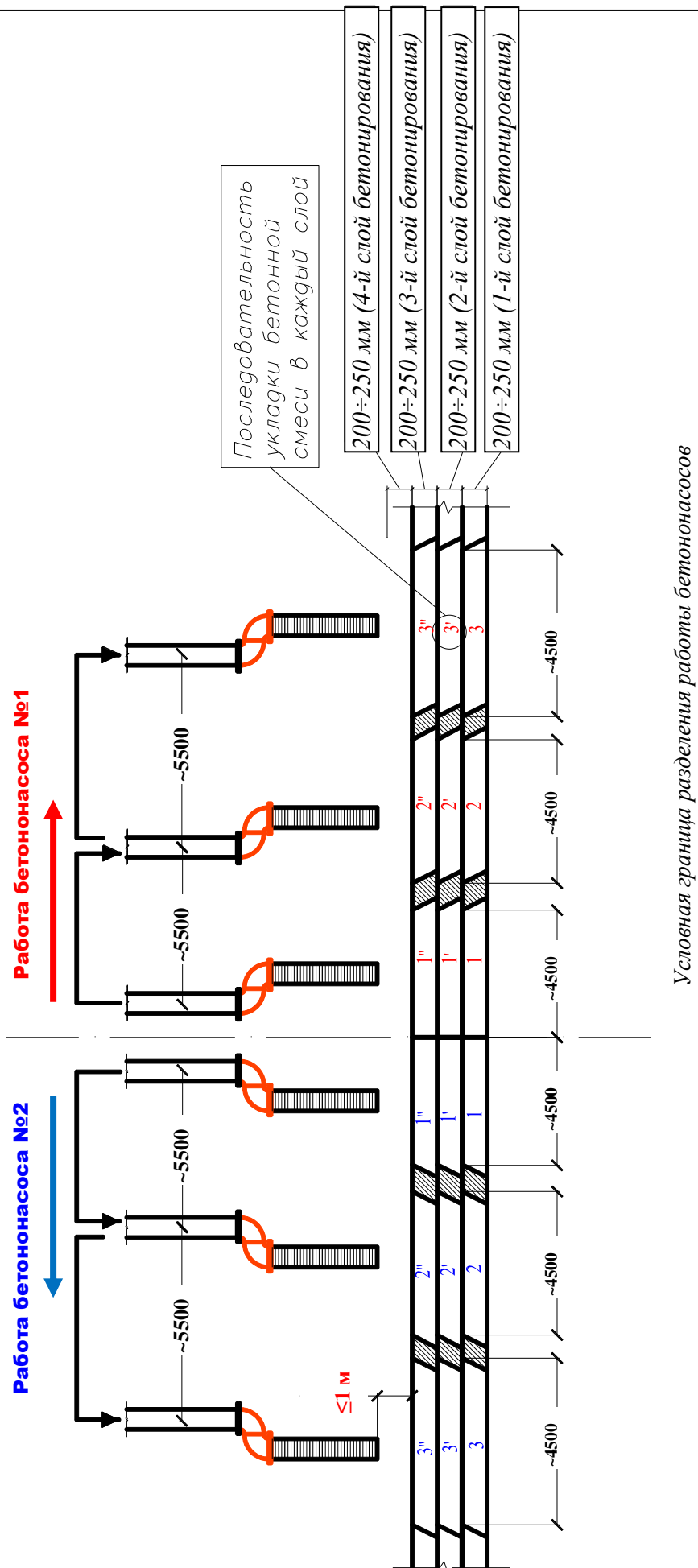
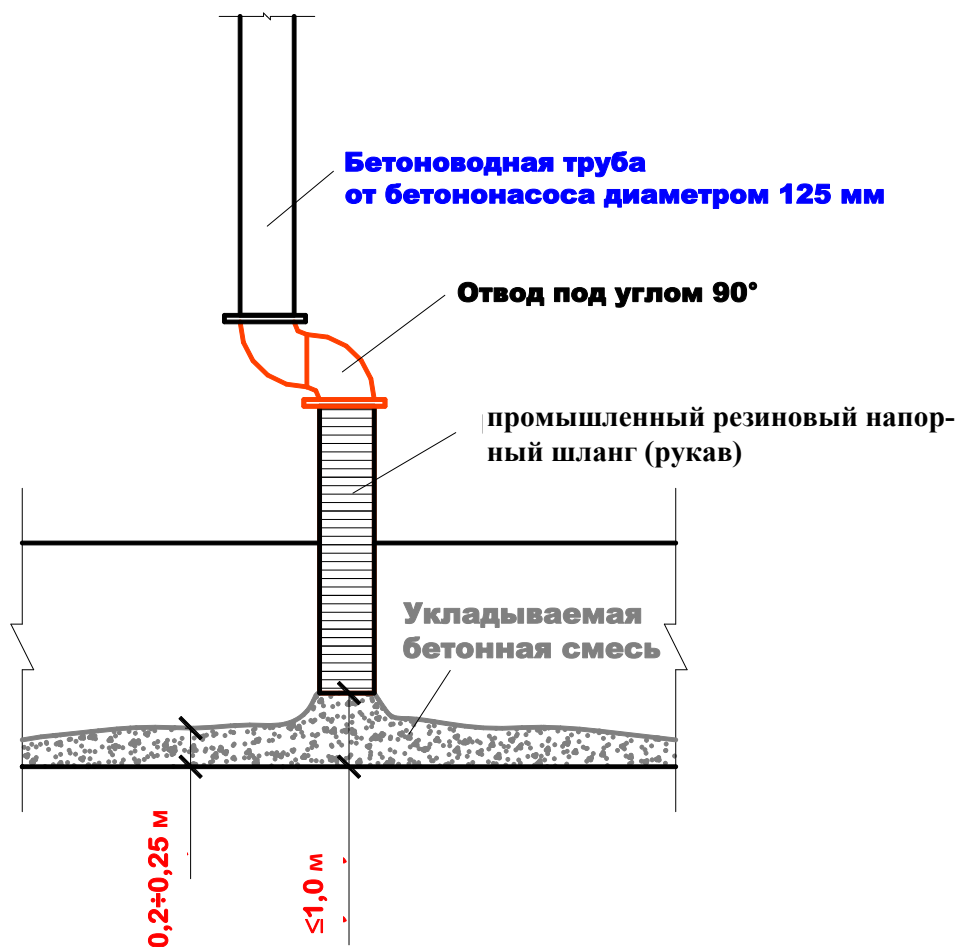


Рис.3.4. Схема укладки слоев бетона при бетонировании ярусов купольной части внутренней защитной оболочки

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!**

*С учетом конструктивных особенностей защитной оболочки предлагается по окончании бетонирования для предотвращения интенсивного испарения влаги с поверхности свежесуложенный бетон укрывать влагоемким покрытием.*

*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 необходимо 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 булавки 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:

- не выше +28°C – для температур наружного воздуха +20÷+25°C;
- не выше +25°C – для температур наружного воздуха +10÷+20°C;
- в пределах +12÷+20°C – для температур наружного воздуха +5÷+10°C.

После бетонирования верхняя поверхность яруса 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°C (дорнит).

При необходимости снятия опалубки с наружной поверхности блока через 1,5÷2-е суток, согласно полученным расчетам температурного режима и термонапряженного состояния бетона в блоке, необходимо снять опалубку и произвести утепление бетонной поверхности.

Демонтаж щитовой опалубки производить отдельными секторами с последующим нанесением пленкообразующих составов на открываемые бетонные поверхности. 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.

Сетчатая опалубка демонтируется непосредственно перед началом финишной обработки бетонной поверхности.

После демонтажа сетчатой опалубки с забетонированных ярусов купола ВЗО и финишной обработки бетонных поверхностей необходимо произвести нанесение пленкообразующих составов на обработанные поверхности.

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

Время снятий теплоизоляционного укрытия блока будет, определяется по градиентам температур в скважинах и температуры окружающего воздуха, которые не должны превышать 10°C.

## 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 (ярусу) бетонирования.

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

Установку в межопалубочное пространство 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**

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 и температурных датчиков 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  $h=400\div1500$  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 4 часа после укладки бетонной смеси в конструкцию;
- в течение первых 3 суток – через каждые 4 часа (6 раз в сутки);
- в течение последующих 7 суток – через 8 часов (3 раза в сутки).

Измерение температуры осуществляется до момента, пока разность температур между минимальной суточной температурой окружающего воздуха и максимальной температурой поверхностных слоев бетона достигнет 15°C.

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



#### 4.4 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  $\geq 70\%$  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, изготовленные на месте укладки, сразу после изготовления доставляют в помещение ЦСЛ на строительной площадке 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	<ul style="list-style-type: none"> <li>– не менее 1 серии для определения распалубочной прочности (<math>\geq 70\%</math> от проектной прочности – для ярусов выше отм.+54.270).</li> <li>– не менее 1 серии для испытаний в возрасте 28 сут.</li> </ul>	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

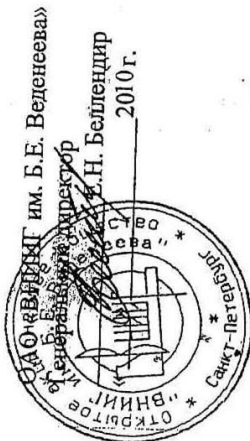
## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

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 Р 53531-2008. «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**

Согласовано



УТВЕРЖДАЮ

## КАРТА ПОДБОРА СОСТАВА БЕТОНА №50 СУБ-1/09\* (со звездочкой)

для бетонирования защитной оболочки здания реактора и других ответственных конструкций

## I. Исходные данные

- Бетон B50W/F100П5 в возрасте 28 суток  
Проектные свойства бетона и бетонной смеси:  
класс бетона (ГОСТ 10180-90) B50  
морозостойкость (ГОСТ 10060.0-95) F100  
водонепроницаемость (ГОСТ 12730-78) W6  
подвижность бетонной смеси по ГОСТ 10181.0-2000 П5 (>21см)  
способ укладки бетона бетоннасос  
2. Условия твердения бетона в конструкции нормальные  
3. Цемент ПЦ 500-ДО-Н  
завод ОАО «Новоросцемент»  
марка цемента 500  
предел прочности на сжатие 49,9 МПа
- Песок карьерный: смесь песков Подгорненского месторождения сухой фракционный Мкр=3,16 -30%; Мкр=2,09 -70%  
модуль крупности Мкр-2,34  
истинная плотность - 2,62 г/см³  
содержание Пиг - 0,5%
- Щебень гранитный ОАО «Павловскгранит»  
наибольшая крупность - 20мм  
марка по прочности - 1400  
марка по морозостойкости - 300  
истинная плотность зерен щебня - 2,67 г/см³  
содержание Пиг - 0,8%
- Добавка - ГПМ (порошок) (ТУ 5745-008-53268843-2007)

## II. Приготовление и корректировка пробного замеса

- Объем замеса 40 л (лабораторный)
- Расход материалов для замеса по массе:  
цемент 16,0кг;  
песок 29,2 кг;  
щебень фр. 5-20мм - 43,6кг;  
воды 5,36кг; добавка ГПМ (порошок) 2,6кг.  
Всего 96,8кг.
- Полученная подвижность бетонной смеси по распылу конуса - 48-55см
- Средняя плотность свежесушеной бетонной смеси 2420 кг/м³
- Содержание вовлеченного воздуха в бетонной смеси 3,2 %
- Водоцементное отношение 0,33
- Соотношение песок/щебень г=0,40
- Фактический выход бетонной смеси 40 л
- Откорректированный расход материалов на 1м³ смеси:  
цемент 400кг; песок 730кг; щебень фр. 5-20мм - 1090кг;  
вода 134кг;  
добавка ГПМ (порошок) 65,0кг.
- Изготовлено контрольных образцов размером 15\*15\*15 см - 6 шт.;  
10\*10\*10 см - 24 шт.; цилиндры размером 15\*15 см - 6 шт.;  
- для определения прочности - 12 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	№1	19.05.10	26.05.10	7	Норм.	2428	10.0	10.0	10.0	100	2433	57,6(-)	60,1
						2438	10.0	10.0	10.0	100		61,3	
						2432	10.0	10.0	10.0	100		58,9	
						2451	10.1	10.0	10.0	10.1		65,6(-)	
1	№1	19.05.10	16.06.10	28	Норм.	2445	10.0	10.0	10.0	10.0	2435	71,4	69,3
						2457	10.0	10.0	10.1	100		67,2	

Заключение: Бетон соответствует классу B50W6F100P5Дозировка материала на замес 1 м<sup>3</sup> бетона:

цемент **400** кг; песок **730** кг;  
 щебень фр. 5-20 мм - **1090** кг; вода **134** кг;  
 добавка ГПМ (порошок) **65** кг.

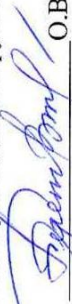
Расчет состава бетона выполнен на сухие заполнители.  
 Количество воды корректируется в зависимости от влажности заполнителей.  
 Распыля конуса от 45 см до 55 см.

**Разработано:**  
 ОАО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева»

Зав. Отделом технологии строительства и ремонта ж/б сооружений

 Г.З. Костыря

И.О. Руководителя группы технологии бетона и новых материалов

 О.В. Бережная

## Приложение №2

