

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

УТВЕРЖДАЮ

Научный руководитель-
первый заместитель
генерального директора


В. Б. Глазовский
«18» 2013 г.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РЕГЛАМЕНТ

Дог. №463//08108/378ДС13/02/6950-Д/З-304-1675

«Разработка Технологических Регламентов на производство бетонных работ
при возведении конструкций объектов НВАЭС-2
и адаптация ранее выданных регламентов»

Этап 1.

**БЕТОНИРОВАНИЕ СТЕН ПОМЕЩЕНИЯ
КОМПЕНСАТОРА ДАВЛЕНИЯ ЗДАНИЯ 20UJA**

NW2P.W.137.2.0UJA&&.&&&&.015.KB.0013

Зав.отделом «Технологии строительства
и ремонта железобетонных сооружений», к.т.н.


Г.З. Костыря

2894/ппр Намф. 26.09.2013

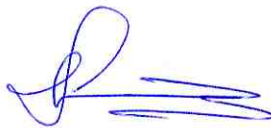
**КОНТРОЛЬНЫЙ
ЭКЗЕМПЛЯР**

С - Петербург – 2013 г

ОАО «Атомэнергопроект»	
Единый технический архив	
Инв. №	2894/ппр
Экз. №	1
Дата	26.09.2013

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 бетона
и новых материалов»



Бережная О.В.

Инженер 2 кат



Чеботарев В.В.

СОДЕРЖАНИЕ

	<u>СТР.</u>
ВВЕДЕНИЕ	4
1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ.....	5
2. ТРЕБОВАНИЯ К МАТЕРИАЛАМ, БЕТОНУ И БЕТОННОЙ СМЕСИ	7
2.1. Требования к материалам для приготовления бетонной смеси	7
2.2. Требования к бетону и бетонной смеси	8
3. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА АРМАТУРНЫХ И ОПАЛУБОЧНЫХ РАБОТ	9
3.1 Требования к основному материалу арматуры	9
3.2 Требования к приемке, хранению и транспортировке арматурной стали и закладных изделий	10
3.3 Входной контроль арматурной стали и закладных изделий	11
3.4 Арматурные работы	12
3.5 Контроль и приемка при монтаже закладных изделий	13
3.6 Опалубочные работы	14
4. ПРОИЗВОДСТВО БЕТОННЫХ РАБОТ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ СТЕН ПОМЕЩЕНИЯ КОМПЕНСАТОРА ДАВЛЕНИЯ	15
4.1 Организация бетонных работ	15
4.2 Подготовительные работы	18
4.3 Бетонные работы	19
4.4 Уход за бетоном	25
5. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА РАБОТ	27
5.1 Контроль арматурных и опалубочных работ. Приемка блока к бетонированию	27
5.2 Контроль качества бетонной смеси	28
5.3 Контроль за выдерживанием бетона в конструкции	29
5.4 Контроль качества бетона по физико-механическим характеристикам	30
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	32
Приложение №1 Состав особо тяжелого бетона №2/3350/10 с проектными требованиями В25 W6 F50 и $\rho=3350 \text{ кг/м}^3$	33
Приложение №2 Состав тяжелого бетона №64/Л/10 с проектными требованиями В25 W6 F100	36
Приложение №3 Расчеты температурного режима и термонапряженного состояния бетонирования стен помещения компенсатора давления..	39

ВВЕДЕНИЕ

Технологический регламент разработан в соответствии с Техническим заданием к договору №463//08108/378ДС13/02/6950-Д/З-304-1675 «Разработка Технологических Регламентов на производство бетонных работ при возведении конструкций объектов НВА-ЭС-2 и адаптация ранее выданных регламентов». Этап 1.

Технологический регламент включают следующие разделы:

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

1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Действия настоящего Технологического регламента распространяются на производство бетонных работ при возведении стен помещения компенсатора давления герметичного объема здания 20UJA.

В Технологическом регламенте представлена технология производства бетонных работ и требования к технологическим процессам, выполняемым при температурах наружного воздуха от +5°C до +25°C.

Технологический 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 защите рабочих зон.

При разработке Технологического регламента использовались следующие комплекты рабочих чертежей:

- Комплекты чертежей стен помещения компенсатора давления герметичного объема здания 20UJA с отм.+14.450 до низа перекрытия на отм.+26.300: NW2P.D.120.2.0UJA&&&&&.012.DC.0414, NW2P.D.120.2.0UJA&&&&&.012.DC.0411, NW2P.D.120.2.0UJA&&&&&.012.DC.0439 и NW2P.D.120.2.0UJA&&&&&.012.DC.0440;
- Комплекты чертежей стен помещения компенсатора давления герметичного объема здания 20UJA выше отм.+26.300 – NW2P.D.120.2.0UJA&&&&&.012.DC.0313, NW2P.D.120.2.0UJA&&&&&.012.DC.0623...631.

Проектом предусмотрено, что при бетонировании стен помещения компенсатора давления герметичного объема используется тяжелый B25W6F100, а также особо тяжелый B25W6F50 и $\rho=3350 \text{ кг/м}^3$ с отм. +29.300.

Схема расположения конструкций стен компенсатора давления в герметичном объеме реакторного здания 20UJA приведена на рис. 1.1.

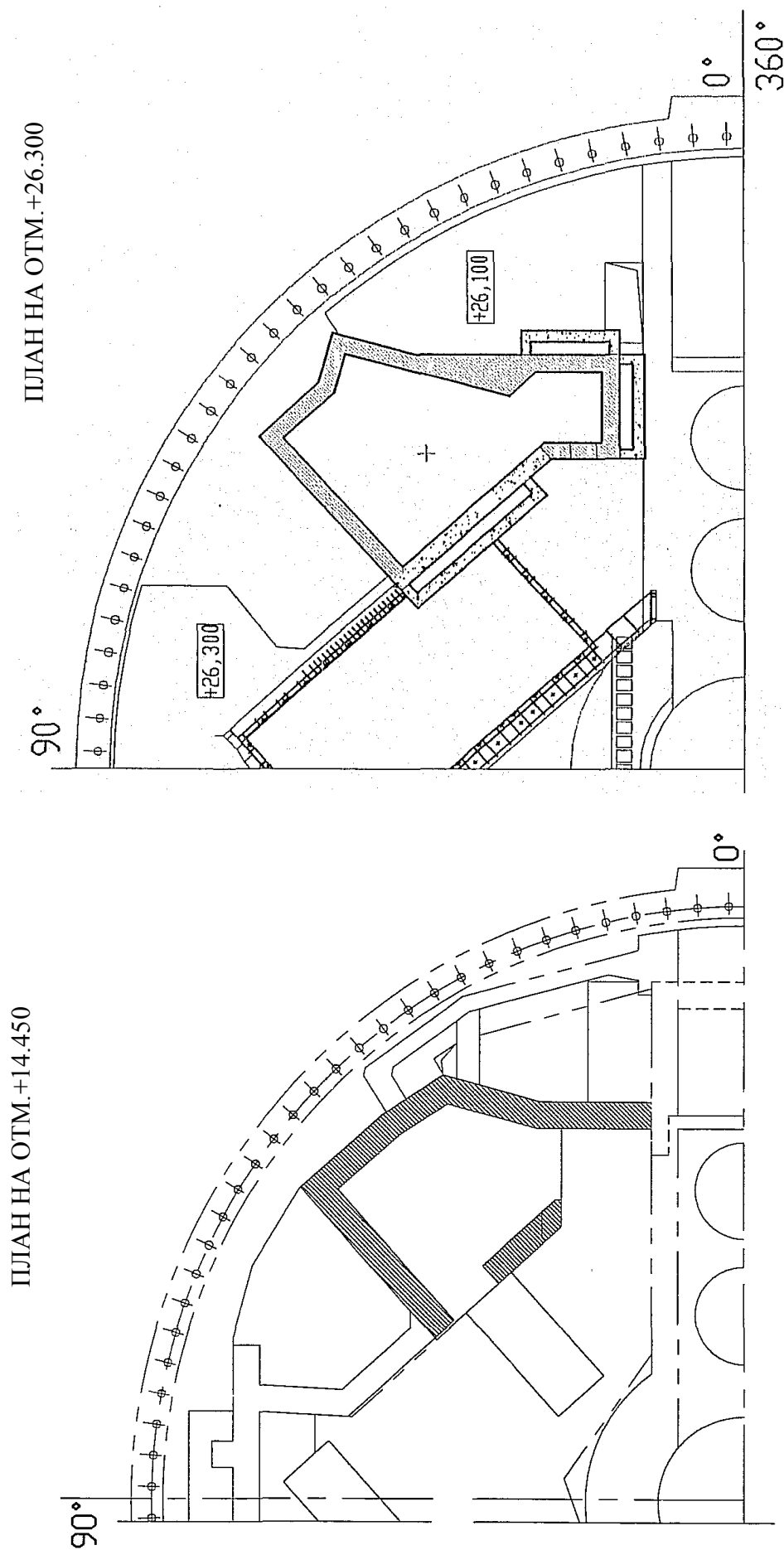


Рис.1.1. Схема расположения стен помещения компенсатора давления на отм.+14.450 и на отм.+26.300

2. ТРЕБОВАНИЯ К МАТЕРИАЛАМ, БЕТОНУ И БЕТОННОЙ СМЕСИ

2.1. Требования к материалам для приготовления бетонной смеси

Для приготовления бетонных смесей используются следующие материалы:

Особо тяжелый бетон с проектными требованиями B25W6F50 и $\rho=3350 \text{ кг/м}^3$

- **портландцемент марки М500Д0-Н** производства ОАО «Новоросцемент» без содержания активных минеральных добавок, удовлетворяющий требованиям ГОСТ 10178;
- **неофлюсованные железорудные окатыши** ОАО «Лебединский ГОК», насыпной плотностью – 2270 кг/м^3 и истинной плотностью – $4,2 \text{ г/см}^3$;
- **окалина прокатная** ООО «МИХКОМ» с модулем крупности – 2,2 и насыпной плотностью $2,25 \text{ кг/м}^3$;
- с целью обеспечения проектных марок по морозостойкости F50, водонепроницаемости W6 и регулирования кинетики твердения бетона применяется **полифункциональная добавка ГПМ**. **Добавка ГПМ** выпускается в виде порошка по ТУ 5745-008-53268843-2007;
- **вода** для затворения бетонной смеси должна соответствовать требованиям ГОСТ 23732.

Тяжелый бетон с проектными требованиями B25W6F100

- **портландцемент марки М500Д0-Н** производства ОАО «Новоросцемент» 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 плотности $2,67 \text{ г/см}^3$ и с лещадностью менее 15%; содержание пылевидных частиц – не более 1%;
- **песок карьерный «Подгорненского» месторождения**, соответствующий требованиям ГОСТ 8736 с модулем крупности $M_{кр}=2,09$ и истинной плотностью $2,62 \text{ г/см}^3$; содержание ПиГ – 0,7 %.
- 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;
- **вода** для затворения бетонной смеси должна соответствовать требованиям ГОСТ 23732.

2.2. Требования к бетону и бетонной смеси

Согласно проекту для стен компенсатора давления используются:

- особо тяжелый бетон – класс по прочности В25, марка по водонепроницаемости W6, марка по морозостойкости F50 и $\rho=3350 \text{ кг/м}^3$
- тяжелый бетон – класс по прочности В25, марка по водонепроницаемости W6 и марка по морозостойкости F100.

Для бетонирования стен компенсатора давления используются следующие составы бетона:

- состав особо тяжелого бетона В25W6F50 и $\rho=3350 \text{ кг/м}^3$ – карта №2/3350/10, (см. Приложение №1);
- состав тяжелого бетона В25W6F100 – карта №64/Л/10, (см. Приложение №2).

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

Особо тяжелый бетон с проектными требованиями В25W6F50 и $\rho=3350 \text{ кг/м}^3$

- подвижность по ГОСТ 10181-2000, осадка конуса – П4(16÷20см);
- расслаиваемость (водоотделение по ГОСТ7473-94) – не более 0,3%;
- температура бетонной смеси – в зависимости от среднесуточной температуры наружного воздуха, но не ниже +10°C и не выше +28 °C;
- средняя плотность – не ниже 3350 кг/м³;
- содержание вовлеченного воздуха – 3÷5%.

Тяжелый бетон с проектными требованиями В25W6F100

- подвижность по ГОСТ 10181-200 – П4(16÷20см);
- расслаиваемость (водоотделение по ГОСТ7473-94) не более 0,3%;
- средняя плотность – 2350±50 кг/м³;
- 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).

Подача бетонной смеси в конструкции производится при помощи башенных кранов бадьями или с помощью бетононасосов.

3. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА АРМАТУРНЫХ И ОПАЛУБОЧНЫХ РАБОТ

Настоящий раздел разработан на основании следующей проектной документации:

- Чертежи NW2P.D.120.2.0УА&&.&&&&&.012.DC.0623...631.

В разделе рассмотрены:

- требования к основному материалу - арматурной стали;
- требования по приемке, транспортированию и хранению арматуры;
- входной контроль арматурной стали;
- арматурные работы;
- опалубочные работы.

3.1. Требования к основному материалу арматуры

Согласно ППР и рабочим чертежам армирование стен помещения компенсатора давления с отм.+14.450 до отм. +36.100 производится арматурой класса А500С ГОСТ Р52544-2006.

Характеристики профиля арматуры, ее механические свойства и химический состав должны удовлетворять требованиям:

- ГОСТ 52544-2006 «Прокат арматурный свариваемый периодического профиля класса А500С для армирования железобетонных конструкций»;
- ГОСТ 5781-82 «Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций»;
- СТО 36554501 -005 – 2006 «Применение арматуры класса А500С в железобетонных конструкциях»;
- СТО АСЧМ 7 -93 «Прокат периодического профиля из арматурной стали. Технические условия».

Требования к изготовлению закладных изделий

Требования к изготовлению закладных изделий со сварными соединениями приведены в ГОСТ 14098-91 «Соединения сварные арматурные и закладных изделий железобетонных конструкций. Типы, конструкция и размеры» и в ГОСТ 5264-80 «Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры»

Для соединения арматурных стержней Ø25 мм используются механические винтовые соединения – позиционные муфты типа «С» и типа «В». Работы по выполнению резьбы на концах арматурных стержней и соединению их с помощью муфт производятся

в соответствии с «Техническими требованиями на механические винтовые соединения арматуры для железобетонных конструкций. NW2P.D.120.&.&&&&&.&&&&&. 012.MD.002».

3.2 Требования к приемке, хранению и транспортировке арматурной стали и закладных изделий

Приемка, хранение и транспортировка профильного проката арматурной стали проводится по ГОСТ 7566 -94 п.5.1 «Металлопродукция. Приемка, маркировка, упаковка, транспортировка и хранение».

Арматурную сталь принимают партиями, состоящими из профилей одного диаметра, одного класса, одной плавки, с обязательным приложением сертификата качества. Без сертификата качества приемка партии арматурной стали, а также ее применение в производство не допускаются.

В сертификате, сопровождающей партию арматуры, должны быть указаны следующие данные:

- наименование завода изготовителя (адрес поставщика);
- наименование продукции, марка стали;
- номер плавки, номер партии;
- технические характеристики согласно ГОСТ 52544-06;
- химический состав стали в готовом прокате – ГОСТ 52544-06;
- результаты механических испытаний – ГОСТ 52544-06.

Арматурная сталь транспортируется всеми видами транспорта в соответствии действующими правилами перевозок, с соблюдением требований техники безопасности при погрузочно - разгрузочных работах.

Арматурная сталь хранится под защитой укрывного материала (брезент или аналогичный материал) от атмосферных осадков на строительных площадках на подкладках, исключающих коррозию и загрязнение арматуры. При этом необходимо обеспечить свободный доступ к арматуре и сохранность бирок.

Закладные изделия должны быть приняты службой технического контроля по результатам визуального осмотра, измерений, механических испытаний.

Приемку закладных изделий следует осуществлять партиями. Партия готовых закладных изделий должна состоять из изделий одного типоразмера (одной марки), изготовленных по единой технологии.

3.3 Входной контроль арматурной стали и закладных изделий

Вся поступающая на стройплощадку арматурная сталь должна пройти входной контроль:

- проверку наличия бирок на упаковках;
- проверку наличия сертификата качества материала;
- проверку данных бирок на соответствие с данными сертификата.
- внешний осмотр: отсутствия грязи, масел, деформации – искривления и ржавчины;

Арматурная сталь поставляется на строительную площадку партиями. Партия стали, как правило, состоит из отдельных пачек (связок), каждая из которых должна иметь ярлык (бирку), где описаны соответствующие данные, согласно сертификата качества.

Бирки должны сохраняться вплоть до полного использования пачки арматуры.

Партия должна состоять из профилей одного диаметра, одного класса, одной плавки с соответствующими сопроводительными документами – сертификатом качества и транспортными накладными.

В сертификате качества должны быть указаны:

- наименование производителя (завода–изготовителя);
- марка стали;
- номер плавки;
- номер партии;
- химический состав;
- результаты механических испытаний по ГОСТ 12004-81.

Каждую партию арматурного проката подвергают входному контролю. Кроме визуального осмотра, проводится механические испытания по ГОСТ 5781-82 и ГОСТ 52544-2006. Для проведения испытаний от каждой партии отбирается минимум по одному образцу для контроля качества поверхности, геометрических параметров и массы 1 м длины проката, а также испытаний на растяжение, изгиб или изгиб с разгибом.

Для арматурного проката, поставленного с указанием в документе о статистических показателей механических свойств, испытания образцов на растяжение, изгиб или изгиб с разгибом допускается не проводить.

В случае разногласий в оценке качества продукции контроль механических свойств осуществляют в соответствии с приложением В ГОСТ 52544-2006.

Результаты механических испытаний арматуры при входном контроле и данные сертификата качества заносятся в Акт приемки и входного контроля арматуры.

По результатам испытаний принимается решение о принятии арматуры в железобетонных конструкциях или ее отбраковку.

Закладные изделия или партия закладных изделий должна иметь ярлык, на котором указывают:

- марку или условное обозначение закладных изделий;
- количество закладных изделий в партии;
- номер партии и дату изготовления изделий;
- отметку службы технического контроля о приемке изделия или партии изделий.

3.4 Арматурные работы

Арматурные работы должны выполняться в соответствии со СНиП 3.03.01-87 «Несущие и ограждающие конструкции» и ППР. 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 их на строительную площадку, монтаж и другие работы, связанные с конструктивными особенностями армирования конструкции, выполняют в соответствии с рабочими чертежами и ППР.

Погрузочно-разгрузочные работы выполняют с помощью крана.

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.

Защитный слой принят 40 мм, кроме мест, особо оговоренных ППР и рабочими чертежами.

Перед бетонированием конструкций, расположенных выше, выпуски арматуры должны быть очищены от остатков бетона и ржавчины.

3.5 Контроль и приемка при монтаже закладных изделий

Объемы и методы контроля сварных соединений металлопроката с плоскими элементами закладных изделий, а также с трубными закладными изделиями устанавливаются в соответствии с требованиями проекта производства работ. Контроль качества закладных изделий выполняется в соответствии с СП 53-101-98 «Изготовление и контроль качества стальных конструкций». Контроль плотности швов следует производить в соответствии с ГОСТ 3242-79 «Соединения сварные. Методы контроля качества» и ПНАЭ Г-7-019-92 «Унифицированные методики контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов АЭУ. Контроль герметичности. Газовые и жидкостные методы» методами и в объеме, указанном в проекте.

Установленные в железобетонные конструкции закладные изделия должны быть приняты службой технического контроля.

Приемка закладных изделий осуществляется в соответствии со СНиП 3.03.01-87 «Несущие и ограждающие конструкции».

Приемка закладных изделий осуществляется в объеме – 100 %.

При приемке закладных изделий необходимо проверить:

- наличие актов приемки закладных изделий, принятых по результатам визуального осмотра, измерений, механических испытаний в соответствии с пунктом 4.1.
- отклонение плоскости лицевых поверхностей закладных изделий по отношению к бетонной поверхности;
- отклонение линейных размеров плоских элементов закладных изделий;
- отклонение осей трубных закладных изделий;
- отклонение от плоскости лицевых поверхностей закладных изделий.

Методы контроля при изготовлении закладных изделий со сварными соединениями, выполненными по ГОСТ 14098-91 «Соединения сварные арматурные и закладных изделий железобетонных конструкций. Типы, конструкции и размеры», принимать в соответствии с ГОСТ 10922-90 «Арматурные изделия и закладные детали, сварные для железобетонных конструкций. Технические требования и методы испытаний».

Полосовые закладные разрешается смещать до 100мм в горизонтальном и вертикальном направлении при попадании анкеров закладных на арматуру и конструкции ферм. Все остальные допуски по установке закладных деталей принимаются по заводским чертежам ОАО ОКБ «Гидропресс».

3.6 Опалубочные работы

Опалубочные работы проводятся в соответствии с ППР.

Используемая опалубка должна удовлетворять требованиям ГОСТ Р 52085-2003.

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 вытекание 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 не оставляющие на его поверхности пятен. Используемая смазка не должна приводить к повреждению и коррозии опалубных щитов.

На поверхность опалубочных щитов смазку следует наносить тонким слоем, излишки удалять.

Перед бетонированием бетонное основание должно быть очищено от мусора, от обрезков стержней арматуры, электродов и других посторонних предметов.

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.

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

4. ПРОИЗВОДСТВО БЕТОННЫХ РАБОТ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ СТЕН ПОМЕЩЕНИЯ КОМПЕНСАТОРА ДАВЛЕНИЯ

4.1 Организация бетонных работ

Выполнение бетонных работ, включая работы по подготовке к бетонированию стен компенсатора давления здания 20УА, производится при температуре наружного воздуха от +5 до +25°C.

Бетонирование стен производят захватками высотой ~ 5÷6м.

Допускается бетонировать стены с отм.+14.450 до низа перекрытия на отм.+25.100 и с отм.+26.300 до отм.+36.100 на всю высоту; для этого в опалубке необходимо предусмотреть окна для подачи и уплотнения бетонной смеси.

По длине стены бетонируются блоками, предусмотренные рабочей документацией.

Бетонирование конструкций стен помещения компенсатора давления с отм.+14.450 до отм.+29.300 производят тяжелым бетоном с проектными требованиями В25W6F100. С отм. +29.300 конструкции стен бетонируются двумя составами бетона: тяжелым бетоном с проектными требованиями В25W6F100 и особо тяжелым бетоном В25W6F50 и $\rho=3350$ кг/м³.

Схемы размещения конструкций стен помещения компенсатора давления, бетонируемых особо тяжелым бетоном В25W6F50 и $\rho=3350$ кг/м³, приведены на рис.4.1 и рис.4.2

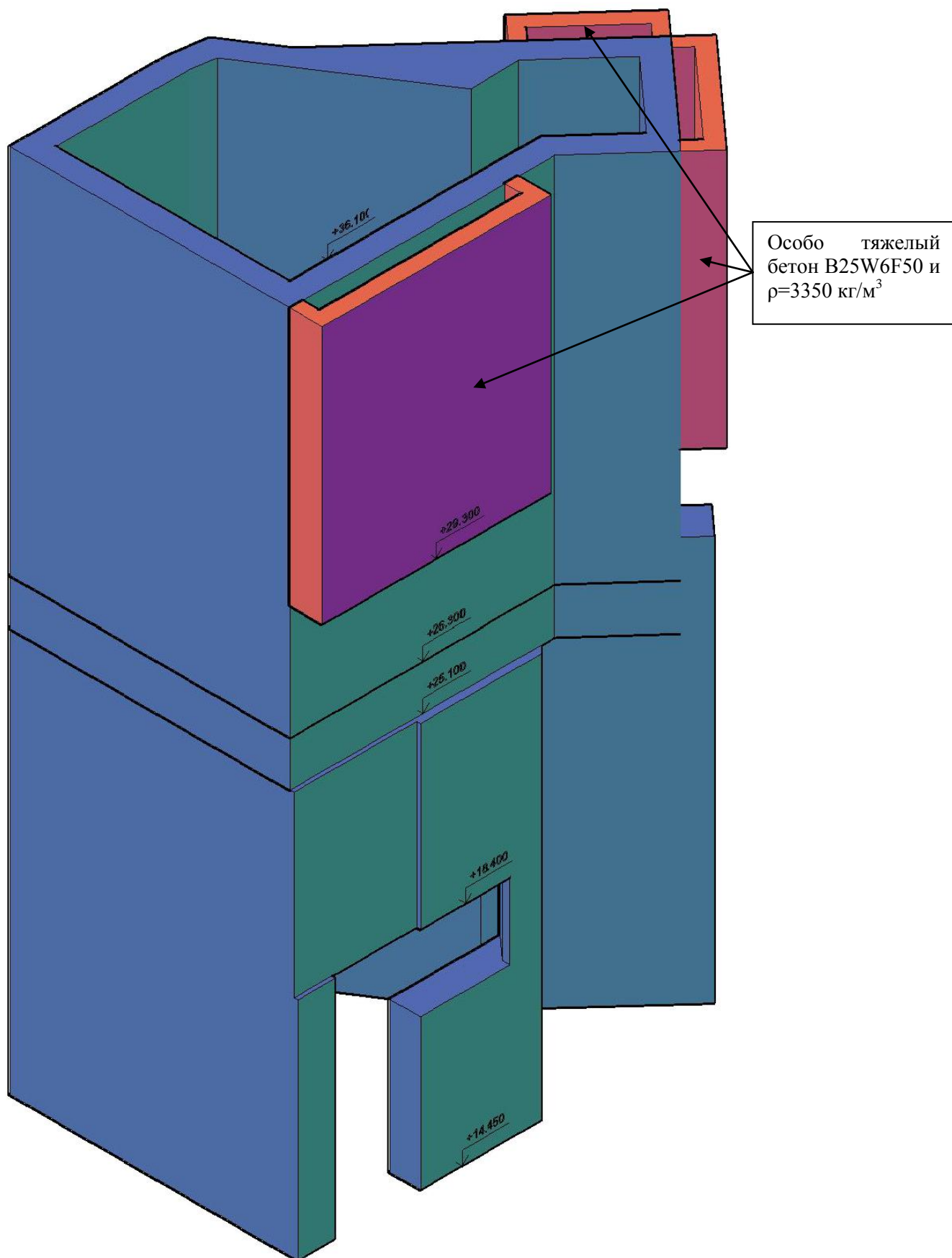


Рис. 4.1

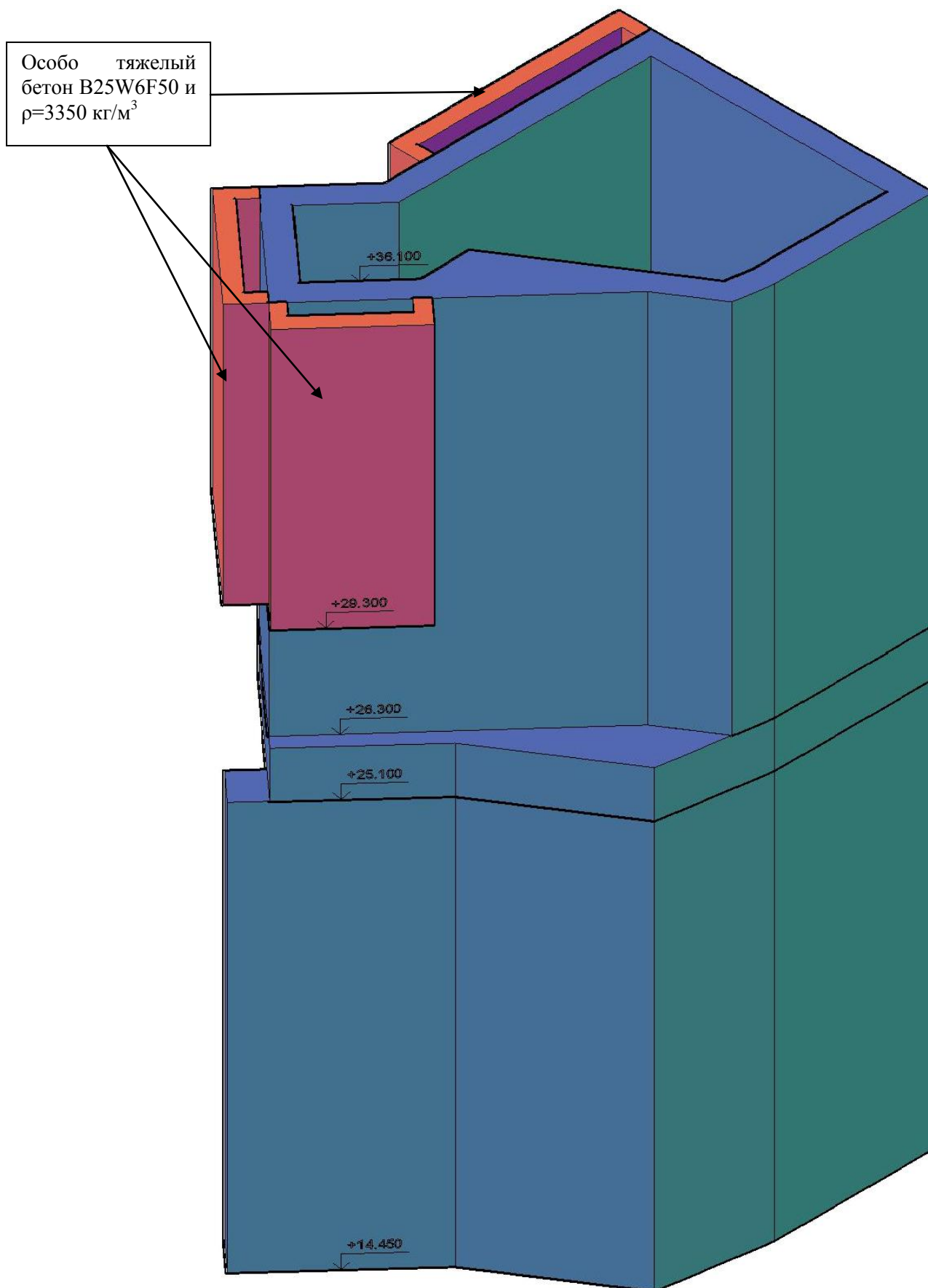


Рис. 4.2

4.2 Подготовительные работы

Подготовительные работы включают следующие основные мероприятия:

- выполнение арматурных работ;
- подготовку основания для бетонирования;
- подготовку механизмов и оборудования – бетононасосов, вибраторов и т.д.;
- монтаж опалубки в проектное положение и подготовку ее для бетонирования;
- подготовку постов для контроля качества бетонной смеси на месте укладки;
- устройство температурных скважин для контроля температуры бетона;
- подготовку необходимого количества влаготеплозащитных материалов;
- ревизию системы энергоснабжения и обеспечение техники безопасности при производстве работ;
- инструктаж и ознакомление линейных ИТР и рабочих с Технологическими требованиями на бетонирование.

Бетонные поверхности ранее забетонированных конструкций, примыкающие к бетонируемым захваткам стен, должны иметь заданную шероховатость (выпуклости высотой и впадины глубиной не менее 5 мм) для обеспечения сцепления с вновь укладываемым бетоном не менее величины $0,7 R_{bt}$ (R_{bt} - расчетная прочность бетона на растяжение согласно СП 52-101-2003 «Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры»). 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.

Перед бетонированием необходимо выполнить тщательную подготовку (производят очистку бетонной поверхности от остатков бетона, обрезков арматурных стержней и др. мусора) и предварительное увлажнение бетонных поверхностей ранее забетонированных конструкций, примыкающих к бетонируемому участку.

Перед бетонированием для контроля температурного режима твердения бетона в конструкции предусматривается устройство температурных скважин. Для устройства скважин рекомендовано применять стальные трубы с заваренным концом Ø40мм.

Установку скважин в каждом блоке производят на разных уровнях: 3 температурные скважины – в верхней части конструкции блока на глубине 150÷200мм (2 скважины располагаются на расстоянии 20см от торцов блока и 1 скважина – посередине); 1 температурная скважина устанавливается в средней части (для определения температуры бетона в ядре конструкции); 2 температурные скважины – у основания блока на расстоянии 150÷200 мм от низа и торцов конструкции. Общее число скважин для определения темпе-

ратуры в бетоне – 6 шт. По усмотрению производителя работ количество температурных скважин может быть увеличено.

После завершения контроля температурного режима твердения бетона температурные скважины должны быть заполнены тампонажным ремонтным составом.

Для заделки температурных скважин необходимо использовать ремонтный состав, отвечающий требованиям, предъявляемым к основному бетону конструкции – В25W6F100 (например, использовать применяемый на строительной площадке ремонтный состав ЦМИД-3).

4.3 Бетонные работы

Доставка бетонной смеси от бетонного завода до места укладки ее в конструкцию осуществляется автобетоносмесителями (миксерами).

Разгрузку бетонной смеси из автобетоносмесителей (миксеров) производят в специально отведенной зоне выгрузки.

При подаче бетонной смеси с помощью крана в бадье должны быть выполнены следующие технологические мероприятия.

- Доставка бетонной смеси с завода на место её укладки в конструкцию должна осуществляться миксерами по графику, предусматривающему непрерывную доставку и выгрузку бетонной смеси с требуемой интенсивностью. Интенсивность бетонирования необходимо поддерживать на уровне $8 \div 10 \text{ м}^3/\text{ч}$.
- В связи с такой интенсивностью бетонирования объем доставляемой бетонной смеси одним автобетоносмесителем должен составлять не более $3 \div 4 \text{ м}^3$.
- Для предотвращения повышения температуры бетонной смеси, выше максимально допустимой расчетом, и изменения технологических свойств бетонной смеси время от загрузки автобетоносмесителя до полной его выгрузки должно составлять: при температуре наружного воздуха от $+15$ до $+25^\circ\text{C}$ – не более 40 минут, при температуре наружного воздуха выше $+25^\circ\text{C}$ – не более 30 минут.

Подача бетонной смеси в межопалубочное пространство бетонируемой конструкции производится с помощью бадьи и крана по одному из представленных ниже вариантов, рис.4.3.

Первый вариант предполагает использование «чулков» закрепляемых на бетонных бадьях. «Чулки» обеспечивают подачу бетонной смеси в блок, при этом высота сбрасывания бетонной смеси не должна превышать 1,5м.

Второй вариант предусматривает подачу бетонной смеси в блок с помощью специального устройства – по конструкции, состоящей из бетоноводной трубы (или «чулка» из банерной ткани) и воронки, предварительно закрепленной в местах подачи бетонной смеси в соответствии со схемой рис. 4.3.(2).

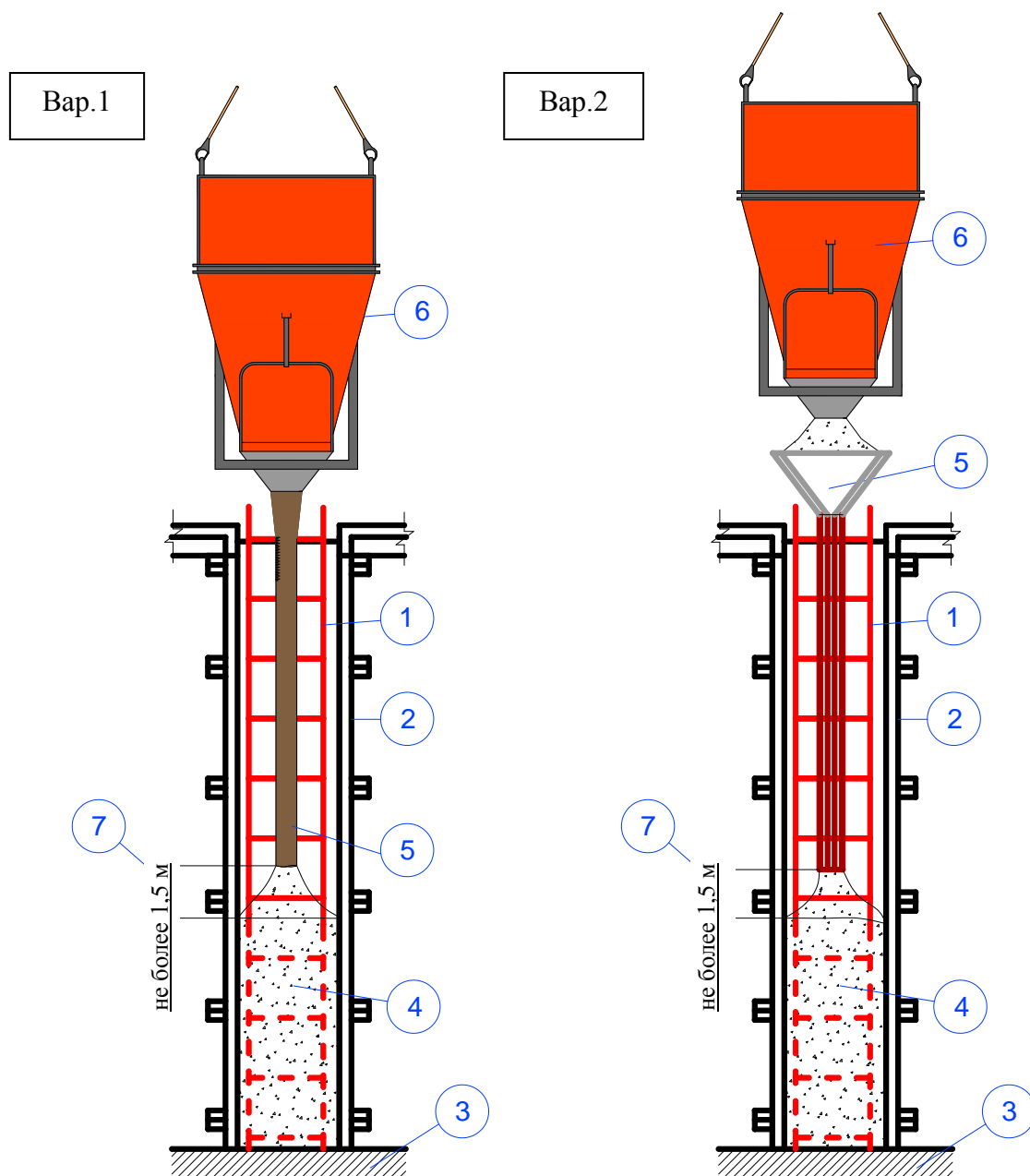


Рис.4.3. Схемы подачи бетонной смеси в конструкции стен:

Вариант 1: с использованием «чулков» длиной 3 м, закрепляемых на бадьях;
Вариант 2: с использованием воронки и бетоноводной трубы;

1- арматурный каркас; 2- опалубочный щит; 3- бетонная плита основания; 4- укладываемая бетонная смесь; 5- «чулок», закрепляемый на бадье (в варианте 1), воронка с бетоноводной трубой (в варианте 2); 6- бадья; 7- высота свободного сбрасывания бетонной смеси.

Для предотвращения расслоения бетонной смеси при перекачивании бетонососами рекомендуется использовать гасители скорости – отвод с коленом под углом 90° и «чулки» из банерной ткани, предварительно закрепленные на конце бетоноводной трубы, см. рис.4.4.

Во избежание образования «холодных» швов бетонную смесь следует укладывать без остановок до окончания бетонирования каждого блока (захватки).

Сбрасывание бетонной смеси в бетонируемый блок допускается с высоты не более 1,5 м.

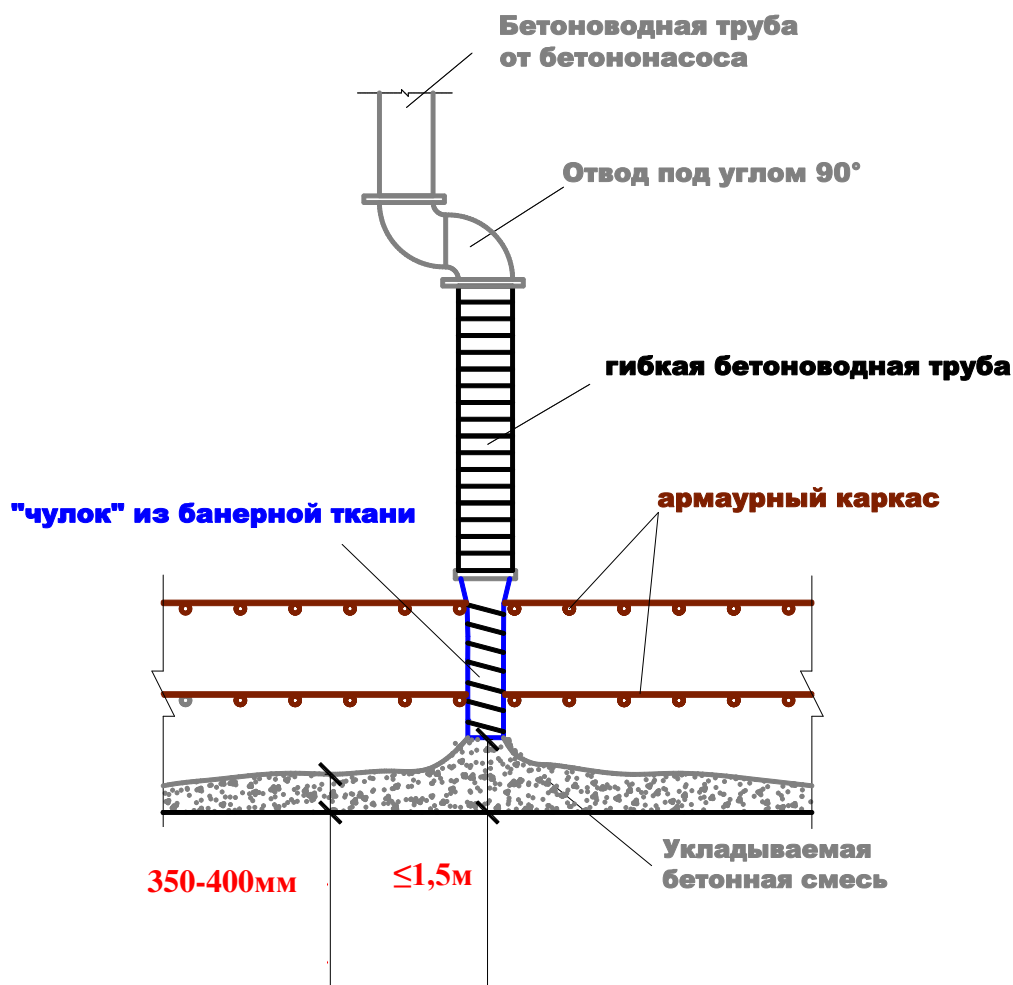


Рис. 4.4. Схема подачи бетонной смеси в блок по бетоноводу с установленным отводом – коленом под углом 90° и «чулком» из банерной ткани.

Бетонирование конструкций производят послойной укладкой бетонной смеси с формированием слоев высотой $350 \div 400$ мм. Схема укладки бетонной смеси в блоки бетонирования стен приведена на рис. 4.5.

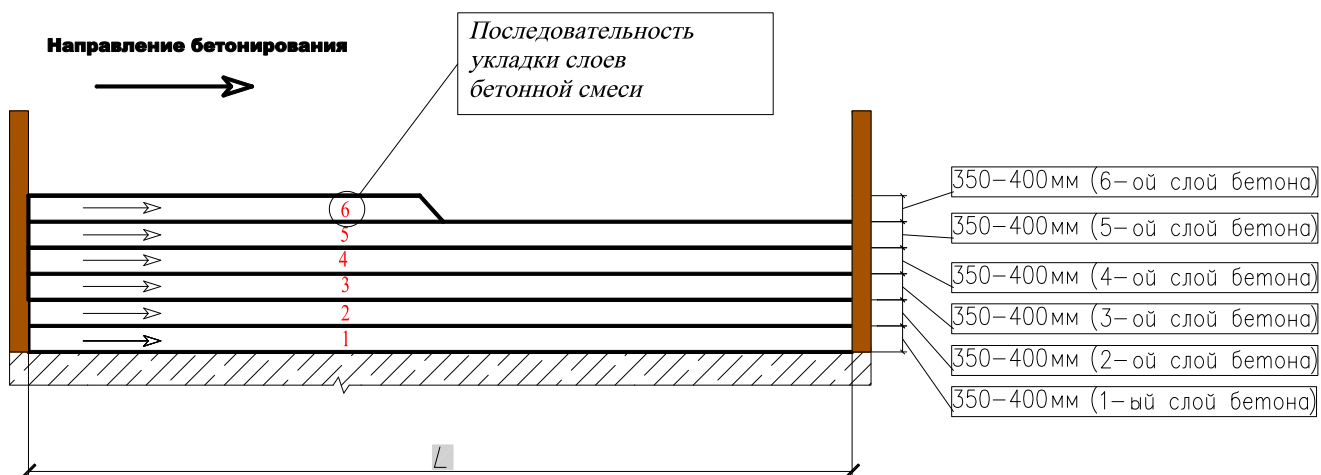


Рис.4.5. Схема послойной укладки бетонной смеси в конструкцию стен

При бетонировании стен помещения компенсатора давления на всю высоту (с отм.+14.450 до низа перекрытия на отм.+25.100 и с отм.+26.300 до отм.+36.100) в опалубке необходимо предусмотреть окна для подачи и уплотнения бетонной смеси, см. рис. 4.6.

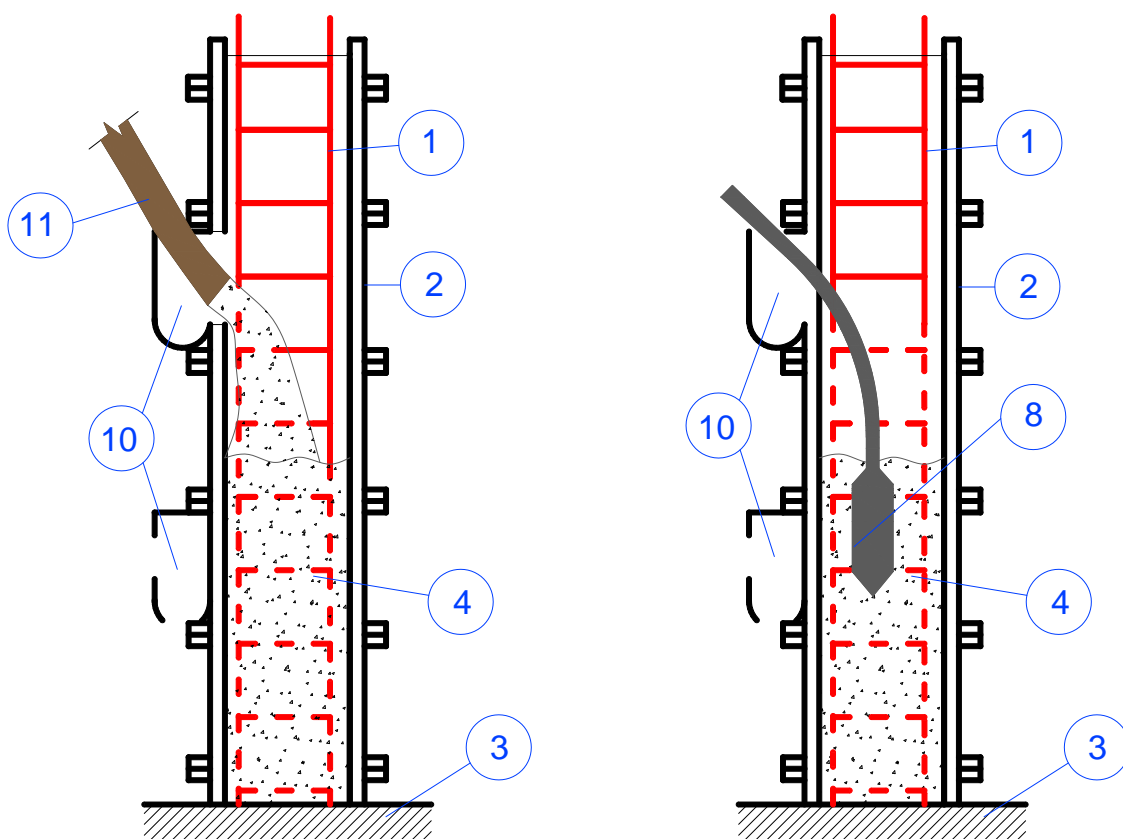


Рис.4.6. Схема укладки и уплотнения бетонной смеси при бетонировании конструкций стен
1- арматурный каркас; 2- опалубочный щит; 3- бетонная плита основания; 4- укладываемая бетонная смесь; 8- глубинный вибратор; 10- окна в опалубке для подачи и уплотнения бетонной смеси; 11- «гибкая бетоноводная труба бетононасоса».

При бетонировании смесь уплотняют одновременно 3-мя вибраторами при подаче одним бетононасосом; при этом необходимо иметь еще два вибратора и ДЭС в резерве. При использовании навесных вибраторов для уплотнения бетонной смеси необходимо руководствоваться инструкциями производителя данных вибраторов с учетом их технических характеристик. Варианты уплотнения бетонной смеси приведены на рис. 4.7.

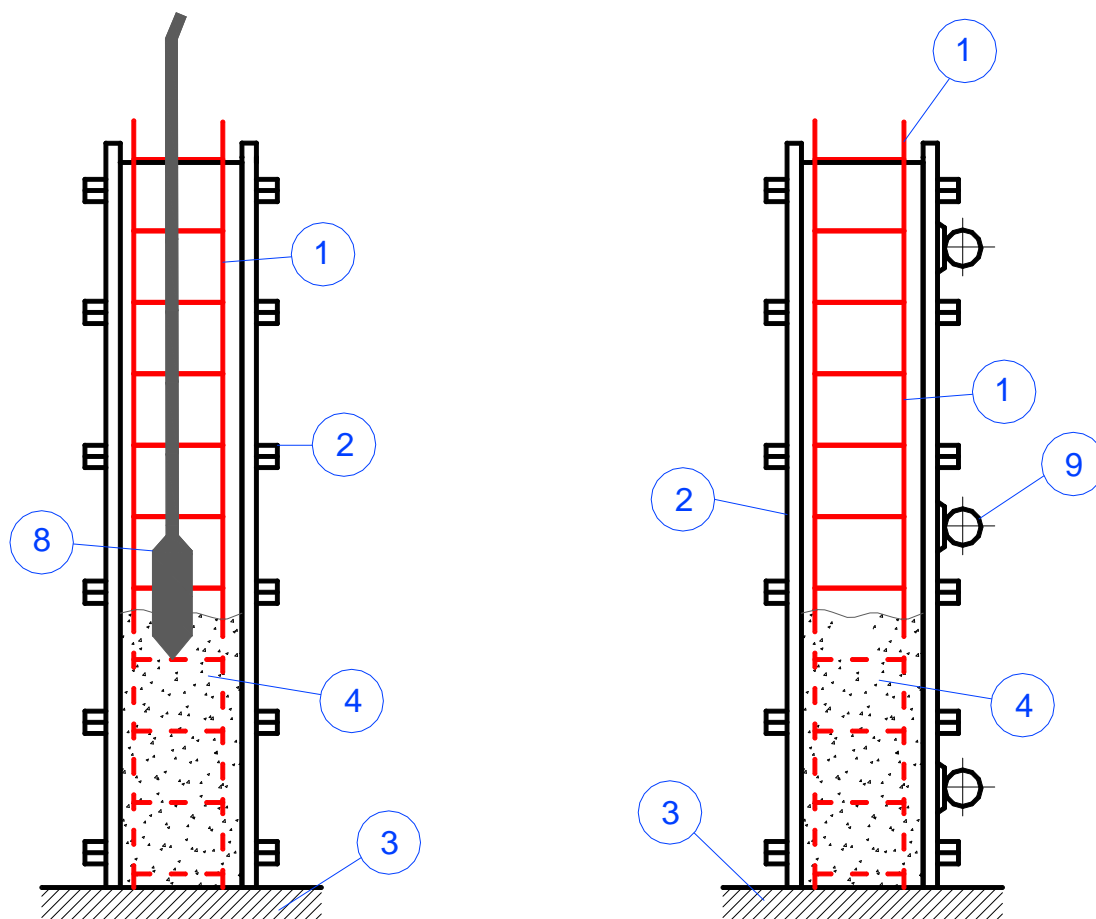


Рис.4.7. Варианты уплотнения бетонной смеси при укладке ее в конструкцию стен
1- арматурный каркас; 2- опалубочный щит; 3- бетонная плита основания; 4- укладываемая бетонная смесь; 8- глубинный вибратор; 9- Навесные вибраторы.

Уплотнение бетонной смеси глубинными вибраторами производят с соблюдением следующих правил (см.рис.4.8.):

- вибрирование бетонной смеси должны выполнять специально назначенные, обученные рабочие- бетонщики;
- вибрирование бетонной смеси следует производить глубинными вибраторами с гибким валом (диаметр вибронаконечника 30...50 мм);
- шаг перестановки вибраторов для получения однородной степени уплотнения не должен превышать полуторного радиуса его действия (ориентировочно 300...500 мм);

- при уплотнении бетонной смеси вибратор должен проникать на 5...10 см в ранее уложенный слой; этим достигается монолитность слоев;
- не допускается опирание вибраторов на арматуру и закладные изделия, тяжи и другие элементы крепления опалубки;
- время уплотнения бетонной смеси в каждом укладываемом слое в одной точке должно составлять $7 \div 10$ секунд;
- особое внимание должно быть уделено уплотнению бетонной смеси у опалубки и закладных изделий с тем, чтобы у поверхности конструкций был получен наиболее плотный бетон.

Схема работы вибратора при укладке бетонной смеси

шаг перестановки хобота бетононасоса
или бетоноводной трубы от бады

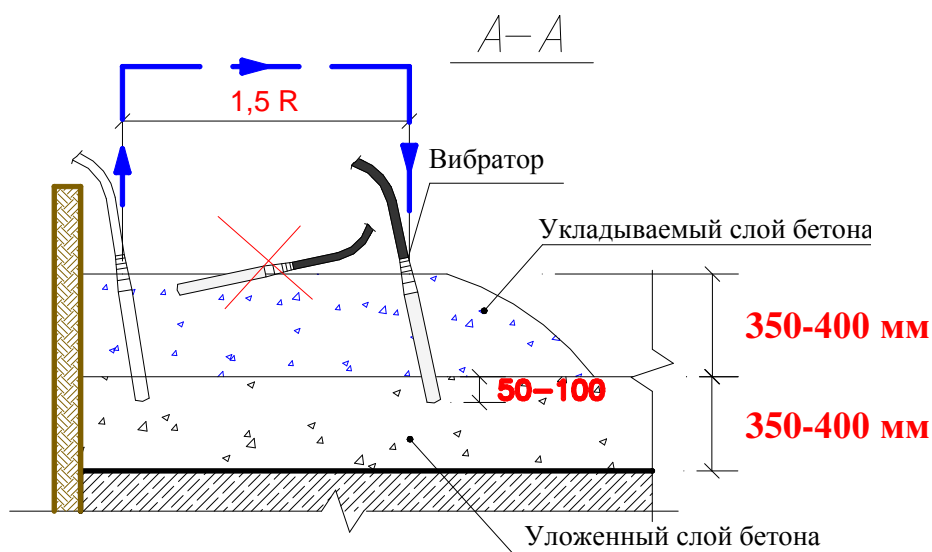
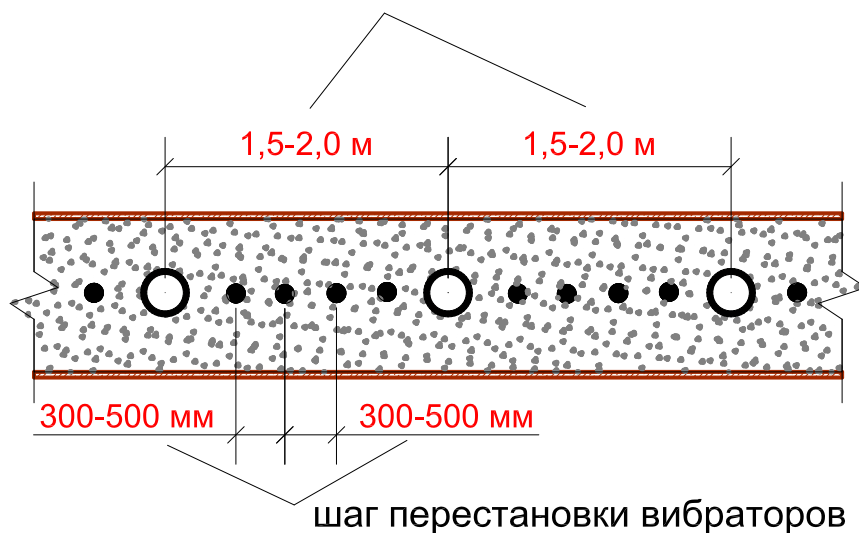


Рис.4.8. Схема уплотнения бетонной смеси с помощью глубинных вибраторов

4.4 Уход за бетоном

При бетонировании в условиях среднесуточных температур воздуха от +5 до +25°C температура бетонной смеси при укладке в блоки не должна превышать более чем на 5°C температуру воздуха. При среднесуточных температурах воздуха +5÷+10°C температура бетонной смеси (после окончания внутриблочных работ) должна быть не ниже +10°C. При среднесуточных температурах воздуха ~+25°C температура бетонной смеси (после окончания внутриблочных работ) должна быть не выше +28°C.

После бетонирования для предотвращения испарения влаги с открытой горизонтальной поверхности производится ее укрытие влагозащитными материалами. Через ~ 6÷8 часов (до набора бетоном не менее 1,5 МПа прочности при сжатии) после бетонирования производится механическая обработка металлической щеткой горизонтальной поверхности забетонированного блока.

После очистки от цементной пленки открытые бетонные поверхности укрываются слоем дорнита (или другим теплозащитным покрытием с коэффициентом теплопередачи $\beta = 5 \div 10$ ккал/(м²·ч·°C)), поверх которого раскладывается полиэтиленовая пленка. При температуре наружного воздуха выше +20°C дорнит увлажняется не реже 2 раз в сутки путем распыления над ним воды с температурой ~ +20°C.

Прекращение ухода за бетоном и снятие влагоизоляции с поверхностей блоков разрешается произвести не раньше, чем разница между температурой бетона в ядре блока и температурой воздуха будет составлять не более 15°C.

Демонтаж опалубки разрешается производить при достижении разницы между температурой бетона в центре блока и его периферией (на расстоянии 150÷200 мм от боковой поверхности), а также между температурой бетона на периферии и температурой воздуха – 10°C. При демонтаже опалубки через 2÷3 сут., при условии соблюдения температурного градиента, необходимо защитить открываемые бетонные поверхности влагозащитными материалами, например, нанести пленкообразующий состав ЦМИД-ВПС или укрыть влажным дорнитом, орошаемым водой по мере его высыхания.

В период выдерживания бетона конструкции разница между температурами в центре блока (в ядре) и его периферией (на расстоянии 150÷200 мм от боковой поверхности), а также между температурой бетона на периферии и температурой воздуха не должен превышать 20°C.

В случае превышения допустимых значений температуры – при разнице более 20°C (в результате суточных колебаний температур воздуха) – при выдерживании блока в опалубке конструкция должна быть защищена теплоизоляционными материалами. Утепление

верхней, нижней и боковых поверхностей бетонируемых блоков производится теплозащитными материалами с коэффициентом теплопередачи: для открытых бетонных поверхностей $\beta = 2 \div 4$ ккал/(м²·ч·°С) и $\beta = 5 \div 10$ ккал/(м²·ч·°С) – для утепления опалубки.

Бетонирование вышележащих конструкций допускается после достижения бетоном прочности не менее 70 % от проектной.

5. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА 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, 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 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 и укладкой бетонной смеси превышает 24 часа, укладка разрешается только после повторного освидетельствования блока.

5.2 Контроль качества бетонной смеси

На строительной площадке осуществляются мероприятия по оценке качества доставленной бетонной смеси на соответствие требованиям, указанным в п.2.2.

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 (расплыву) стандартного конуса;
- средняя плотность;
- температура бетонной смеси;
- объем 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. 2.2 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.

5.3 Контроль за выдерживанием бетона в конструкции

Контроль температурного режима твердения бетона в конструкции производится при помощи измерительных приборов – поверенных электронных контактных термометров (при устройстве температурных скважин) или температурных датчиков.

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 суток – через 8 часов (3 раза в сутки).

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

Температуру наружного воздуха измеряют не реже 3-х 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 достигнет 5°C.

В период выдерживания бетона конструкции необходимо поддерживать требуемую разницу между температурами в центре блока (в ядре) и его периферией (на расстоянии 150÷200 мм от боковой поверхности), а также между температурой бетона на периферии и температурой воздуха порядка не более – 20°C.

В случае превышения допустимого градиента температуры – более 20°C (в результате значительных суточных колебаний температур воздуха – при разнице между дневной и ночной температурой воздуха – более 20°C) при выдерживании блока в опалубке конструкция должна быть защищена теплоизоляционными материалами. Утепление верхней, нижней и боковых поверхностей бетонируемых блоков производится теплозащитными материалами с коэффициентом теплопередачи: для открытых бетонных поверхностей $\beta = 2 \div 4$ ккал/(м·ч·°C) и $\beta = 5 \div 10$ ккал/(м·ч·°C) для утепления опалубки.

Перед бетонированием следующего блока температурные скважины должны быть заполнены тампонажным составом.

Для заделки температурных скважин необходимо использовать тампонажный состав, отвечающий требованиям предъявляемых к основному бетону конструкции – В25W6F100 (например, использовать применяемый на строительной площадке ремонтный состав ЦМИД-3, обеспечивающий проектные требования).

5.4 Контроль качества бетона по физико-механическим характеристикам

Контроль за соответствием проектным требованиям бетона, уложенного в конструкцию стен помещения компенсатора давления, производится по результатам испытаний контрольных образцов, отобранных при бетонировании. Определение физико-механических свойств бетона производится согласно действующих ГОСТ.

Контроль прочности бетона уложенного в конструкции стен бассейна выдержки герметичного объема производится по результатам испытания серий контрольных образцов-кубов размерами 100×100×100 мм в возрасте 7 и 28 сут.; количество образцов в серии – в соответствии с ГОСТ10180-2012.

По результатам испытаний составляется реестр результатов испытаний контрольных образцов для статистического контроля и оценки прочности бетона с учетом однородности в соответствии с требованиями ГОСТ Р 53231-2008 «Бетоны. Правила контроля и оценки прочности».

Для определения водонепроницаемости производится отбор образцов бетона цилиндрической формы с внутренним диаметром 150 мм и высотой 150 мм 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».

Пробы для контроля нормируемых параметров бетона на месте укладки бетонной смеси в конструкцию отбирают в соответствии с таблицей 5.1.

Таблица 5.1.

Вид испытаний	Количество серий	Периодичность отбора образцов
Тяжелый бетон B25W6F100		
Определение прочности при сжатии	– не менее 1-й серии для испытаний в возрасте 7 суток; – не менее 1-й серии для испытаний в возрасте 28 суток; – при необходимости проведения более раннего расплубливания конструкции отбирается дополнительно не менее 1-ой серии	При бетонировании каждого блока
Определение водонепроницаемости	– 1 серия (из шести образцов) для испытаний в 28 суточном возрасте от одного бетонного завода	один раз за все время бетонирования конструкции
Определение морозостойкости	– 1 серия (количество образцов зависит от выбора метода испытаний) для испытаний в 28 суточном возрасте от одного бетонного завода	один раз за все время бетонирования конструкции
Особо тяжелый бетон B25W6F50 и $\rho=3350 \text{ кг/м}^3$		
Определение прочности при сжатии	– не менее 1-й серии для испытаний в возрасте 7 суток; – не менее 1-й серии для испытаний в возрасте 28 суток; – при необходимости проведения более раннего расплубливания конструкции отбирается дополнительно не менее 1-ой серии	При бетонировании каждого блока
Определение водонепроницаемости	– 1 серия (из шести образцов) для испытаний в 28 суточном возрасте от одного бетонного завода	один раз за все время бетонирования конструкции
Определение морозостойкости	– 1 серия (количество образцов зависит от выбора метода испытаний) для испытаний в 28 суточном возрасте от одного бетонного завода	один раз за все время бетонирования конструкции

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Комплекты рабочих чертежей стен помещения компенсатора давления герметичного объема здания 20УА с отм.+14.450 до низа перекрытия на отм.+26.300: NW2P.D.120.2.0УА&&&&&.012.DC.0414, W2P.D.120.2.0УА&&&&&.012.DC.0411, NW2P.D.120.2.0УА&&&&&.012.DC.0439 и NW2P.D.120.2.0УА&&&&&.012.DC.0440;
2. Комплекты рабочих чертежей стен помещения компенсатора давления герметичного объема здания 20УА выше отм.+26.300 – NW2P.D.120.2.0УА&&&&&.012.DC.0313, NW2P.D.120.2.0УА&&&&&.012.DC.0623...631.
3. NW2P.D.120.&&&&&.012.MD.0001. «Технические требования по выполнению бетонных и железобетонных конструкций зданий и сооружений».
4. ГОСТ 26633-91. «Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия».
5. СП 52-101-2003. «Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры».
6. ГОСТ 10178-86. «Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия».
7. ГОСТ 8736-93. «Песок для строительных работ. Технические условия».
8. ГОСТ 23732-79. «Вода для бетонов и растворов. Технические условия».
9. ГОСТ 10181-2000. «Смеси бетонные. Методы испытаний».
10. ГОСТ 10180-2012. «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам».
11. ГОСТ 12730.5-84. «Бетоны. Методы определения водонепроницаемости».
12. ГОСТ 10060.0-95. «Бетоны. Методы определения морозостойкости. Общие требования».
13. ГОСТ Р 53231-2008. «Бетоны. Правила контроля и оценки прочности».
14. ГОСТ 7473-94. «Смеси бетонные. Технические условия».
15. ГОСТ 23478-79. «Опалубка для возведения монолитных бетонных и железобетонных конструкций. Классификация и общие технические требования».
16. СНиП 3.03.01-87 «Несущие и ограждающие конструкции».
17. СНиП 3.04.01-87 «Изоляционные и отделочные покрытия».
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».

Приложение №1

**Состав особо тяжелого бетона №2/3350/10
с проектными требованиями В25 W6 F50 и $\rho=3350 \text{ кг/м}^3$**

Согласовано

ОАО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева»
Генеральный директор

Е.Н. Беллендир

2010г.



КАРТА ПОДБОРА СОСТАВА БЕТОНА №2/3350/10

1. Исходные данные

1. Бетон **В25W/6F50П4** в возрасте 28 суток
- Проектные свойства бетона и бетонной смеси:
- плотность кг/м³ **3350**
- прочность на сжатие (ГОСТ 10180-90) кг/см² **327,4**
- морозостойкость по ГОСТ 10060.0-95 **F50**
- водонепроницаемость по ГОСТ 12730-78 **W6**
- подвижность бетонной смеси по ГОСТ 10181.0-2000 **П4 (16-20см)**
- способ укладки бетона **бетоннасос**

III. Приготовление и корректировка пробного замеса

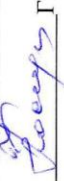

1. Объем замеса 35 л (лабораторный)
2. Расход материалов для замеса по массе:
цемент 15,4кг;
неофлосованные окатыши 40,25кг;
окалина прокатная 56,0кг;
вода 7,0кг; добавка ГПМ (порошок) 1,75кг;
Всего 120,4кг.
3. Полученная подвижность бетонной смеси 18÷20 см
4. Средняя плотность свежеуложенной бетонной смеси 3440 кг/м³
5. Содержание вовлеченного воздуха в бетонной смеси 3,5 %
6. Водоцементное отношение 0,45

III. Результаты испытаний контрольных образцов бетона на прочность при сжатии:

№ серии	Шифр образц ов	Дата изготовления	Дата испытания	Возр аст	Условия твердения (температурно- влажностной режим)	Масса образца, г	Размеры образцов, см			Площадь, см ²	Средняя плотнос ть, кг/м ³	Предел прочности при сжатии, (МПа)	
							длина	ширина	высо та			отдельн ых образцов	средний
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	15
1	Ок-1	22.10.10	29.10.10	7	Норм.	3420	10.0	10.0	10.1	100	3389	38,1	38,6
	Ок-2					3404	10.0	10.0	10.0	100		36,4(-)	
	Ок-3					3378	10.0	10.0	10.0	100		39,2	
	Ок-4					3404	10.0	10.1	10.0	101		52,5(-)	
	Ок-5					3355	10.0	10.0	10.0	100		59,8	
	Ок-6		19.11.10	28	Норм.	3360	10.0	10.0	10.0	100	3362	58,6	59,2

Заключение: Бетон соответствует классу В25W6F50П4

Расчет состава бетона выполнен на сухие заполнители.
*Количество воды корректируется в зависимости от влажности заполнителей.
Состав бетона должен быть откорректирован в производственных условиях в случае изменения характеристик материалов.

ОАО «ВНИИГ им.Б.Е. Веденеева»
Зав. отделом «Технология строительства и ремонта ж/б сооружений», к.т.н
 Г.З. Костыря
Руководитель группы «Технология бетона и новых материалов»
 О.В. Бережная

Приложение №2

**Состав тяжелого бетона №64/Л/10
с проектными требованиями В25 W6 F100**

Согласовано

ОАО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева»
 Генеральный директор
 « » 2010г.
 « » 2010г.

УТВЕРЖДАЮ

КАРТА ПОДБОРА СОСТАВА БЕТОНА №64/Л/10

I. Исходные данные

4. Песок карьерный Подгорненского месторождения
 модуль крупности Мкр-2,09
 истинная плотность - 2,62 г/см³
 содержание ПиГ - 0,7%
5. Щебень гранитный ОАО «Павловскгранит»
 марка по прочности - 1400
 марка по морозостойкости - 300
 наибольшая крупность - 20 мм
 истинная плотность зерен щебня - 2,67 г/см³
6. Добавка - ГПМ (жид.) (ТУ 5745-005-53268843-2007)

1. Бетон B25W6F100П4 в возрасте 28 суток
 Проектные свойства бетона и бетонной смеси:
 прочность на сжатие (ГОСТ 26633-91) B25
 морозостойкость по ГОСТ 10060.0-95 F100
 водонепроницаемость по ГОСТ 12730-78 W6
 подвижность бетонной смеси по ГОСТ 10181-2000 П4 (16-20см)
 способ укладки бетона бетоннасос
 условия твердения бетона в конструкции нормальные
2. Цемент ПЦ 500-ДО-Н
 завод ОАО «Новоросцемент»
 марка цемента 500
 предел прочности на сжатие 49,9 МПа

II. Приготовление и корректировка пробного замеса

1. Объем замеса 40 л (лабораторный)
2. Расход материалов для замеса по массе:
 цемента 13,4 кг;
 песка 33,4 кг;
 щебень фр. 5-20 мм - 41,0 кг;
 воды 6,0 кг; добавка по сухому веществу 0,112 кг;
 - (концентрация с=40%, ρ=1,197 кг/м³) 0,28 кг/0,24 л;
 Всего 94,1 кг.
3. Полученная подвижность бетонной смеси 17,5 см
4. Средняя плотность свежеуложенной бетонной смеси 2330 кг/м³
5. Содержание вовлеченного воздуха в бетонной смеси 4,7 %
6. Водоцементное отношение 0,45
7. Соотношение песок/щебень г=0,45
8. Фактический выход бетонной смеси 40 л
9. Откорректированный расход материалов на 1 м³ смеси:
 цемент 335 кг; песок 835 кг; щебень фр. 5-20 мм - 1025 кг;
 вода 150 кг;
 добавка ГПМ (жид.) по сухому веществу 2,8 кг.
 - в жидком виде при концентрации водного раствора
 добавки с=40%, плотности ρ=1,197 кг/м³ расход добавки -
7,1 кг/5,9 л.
10. Изготовлено контрольных образцов размером
 10*10*10 см - 18 шт., цилиндры размером 15*15 см - 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	B25-T	24.05.10	31.05.10	7	Норм.	2333	10.0	10.0	10.0	100		23,3(-)	
				7		2340	10.0	10.0	10.0	100	2340	24,4	24,0
				7		2346	10.0	10.0	10.0	100		23,6	
			21.06.10	28	Норм.	2340	10.0	10.0	10.0	100		35,7(-)	
				28		2353	10.0	10.0	10.0	100	2347	37,3	36,6
				28		2348	10.0	10.0	10.0	100		35,9	

Заключение: Бетон соответствует классу B25W6F100P4

Дозировка материала на замес 1м³ бетона:

цемент 335 кг; песок 835 кг;
щебень фр.5-20мм- 1025кг; вода 150кг;
добавка ГПМ (жид.) по сухому веществу 2,8кг;
- в жидком виде при концентрации водного раствора добавки с 40%, плотности ρ=1,197 кг/м³
расход добавки 7,1кг/5,9л.

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

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 №3

РАСЧЕТЫ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА И ТЕРМОНАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ БЕТОНИРОВАНИЯ

СТЕН ПОМЕЩЕНИЯ КОМПЕНСАТОРА ДАВЛЕНИЯ

1. Исходные данные к расчету температурного режима и термонапряженного состояния

Расчёты температурного режима и термонапряженного состояния блоков бетонирования стен помещения компенсатора давления проводились с учетом следующей исходной информации:

- Толщина стен: с отм.+14.450 до отм.+25.100 – 900 и 1000мм; с отм.+23.300 – 600мм.
- Стены помещения компенсатора давления опираются на плиту перекрытия. На отм.+14.500. Толщина плиты составляет 1,150 м.
- Плита перекрытия опирается на стены герметичного объема.

В расчет принимались блоки, возводимые из тяжелого бетона. Расчетная схема составлена на основе комплектов чертежей: NW2P.D.120.2.0УА&&.&&&&&.012.DC.0414, NW2P.D.120.2.0УА&&.&&&&&.012.DC.0411, NW2P.D.120.2.0УА&&.&&&&&.012.DC.0439 и NW2P.D.120.2.0УА&&.&&&&&.012.DC.0440; NW2P.D.120.2.0УА&&.&&&&&.012.DC.0313, NW2P.D.120.2.0УА&&.&&&&&.012. DC.0623...631.

Исходные данные по характеристикам бетона для проведения расчетов, принимались в соответствии с картой подбора состава бетона №64/Л/10.

Характеристики бетона приведены в таблицах 1÷2.

Для тяжелого бетона конструкций стен компенсатора давления расход цемента в соответствии с картой подбора состава бетона №64/Л/10 составляет 335 кг/м³.

Модуль упругости «старого» бетона плиты и нижних стен принят 35 ГПа.

Таблица 1

Характеристики бетона примыкающих конструкций

Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С)	2,04
Удельная теплоемкость, кДж/(кг·°С)	1,0
Температурный коэффициент линейного расширения, °С ⁻¹	1×10 ⁻⁵
Объемная масса, кг/м ³	2400
Коэффициент Пуассона	0,15

Таблица 2

Адиабатический подъем температуры, °С

Ц, кг/м ³	время, сут									
	0	1	2	3	5	7	11	14	21	28
335	0,0	22,9	36,4	41,2	45,7	48,5	51,8	53,3	54,7	55,8

2. Основные характеристики расчётных вариантов и результаты расчётов

В расчете учитывалось, что бетонирование производится с использованием фанерной опалубки толщиной 21 мм. Коэффициент теплопередачи опалубки $\beta = 5,4$ ккал/м²·ч°С.

При расчете принималась температура наружного воздуха в диапазоне от +5 до +25°С. Температура бетонной смеси укладываемой в блок бетонирования, принималась выше на 5°С среднесуточной температуры воздуха. Начальная температура «старого» бетона нижележащих конструкций, а также бетона ранее забетонированных конструкций принималась равной температуре воздуха.

Рассматривалось снятие опалубки при условии набора бетоном 70% от проектной прочности.

Предполагалось что при температуре воздуха от +5 до +10°С верх стены в начальный период укрывается легким тепловлагозащитным материалом с коэффициентом теплопередачи $\beta = 10$ ккал/м²·ч°С. В более теплый период для защиты от высыхания верх стены укрывается дорнитом (или аналогичным материалом), орошаемый водой; на поверхности задавалась температура, равная среднесуточной температуре воздуха.

Характеристики расчетных вариантов представлены в таблице 3.

Таблица 3

Характеристики расчетных вариантов

№ вар.	Температура наружного воздуха, °С	Температура бетонной смеси, °С	Температура основания, °С	Коэффициент теплопередачи на боковых поверхностях β , ккал/м ² ·ч°С	Условия теплообмена на верху стены
1	2	3	4	5	6
1.1. (толщина стены 600 мм)	0	+10	≥+5	2,8 (опалубка+теплоизоляция); через 7 суток – 20 (коэффициент теплообмена с воздухом)	Коэффициент теплопередачи теплоизоляции $\beta = 5$ ккал/м ² ·ч°С,
1.2. (толщина стены 1000 мм)					
2.1. (толщина стены 600 мм)	+5	+15	≥+5	2,6 (опалубка+теплоизоляция); через 5÷7 суток – 20 (коэффициент теплообмена с воздухом)	Коэффициент теплопередачи теплоизоляции $\beta = 5 \div 10$ ккал/м ² ·ч°С,
2.2. (толщина стены 1000 мм)					
3.1. (толщина стены 600 мм)	+10	+15	+10	5,4 (опалубка); через 5÷7 суток – 20 (коэффициент теплообмена с воздухом)	Коэффициент теплопередачи теплоизоляции $\beta = 10$ ккал/м ² ·ч°С,
3.2. (толщина стены 1000 мм)					

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6
4.1. (толщина стены 600 мм)	+20	+25	+15	5,4 (опалубка); через 5÷7 суток – 20 (коэффициент теплообмена с воздухом)	5 дней – полив водой, температура воды = температура воздуха, далее β = 20 ккал/м²ч°С (коэффициент теплообмена с воздухом)
4.2. (толщина стены 1000 мм)					
5.1. (толщина стены 600 мм)	+30	+27	+25	5,4 (опалубка); через 5÷7 суток – 20 (коэффициент теплообмена с воздухом)	5 дней – полив водой, температура воды = температура воздуха, далее β = 20 ккал/м²ч°С (коэффициент теплообмена с воздухом)
5.2. (толщина стены 1000 мм)		+30			

Для вывода температур и напряжений в каждом сечении по высоте взяты точки на трех уровнях: там, где наблюдаются максимальные напряжения (1-й уровень), вблизи верхней горизонтальной поверхности стены (3-й уровень) и посередине между 1-м и 3-м уровнем (2-й уровень). По ширине в каждом уровне взято по три точки: вблизи внутренней боковой поверхности, в середине и на наружной боковой поверхности стены.

Максимальные температуры достигаются на 2÷3 сутки после начала бетонирования и составляют в зависимости от температуры наружного воздуха: +36÷+44°С – для стен толщиной 600 мм и +42÷+48°С – для стен толщиной 1000 мм.

Максимальные горизонтальные растягивающие напряжения, направленные вдоль стены, наблюдаются:

- в начальный период в верхней части стены и составляют на 4-е сутки порядка 0,5÷0,8 МПа, что не превышает допустимые значения;
- в процессе остывания блока в зоне влияния заделки на высоте примерно 0,8 м от подошвы стены и составляют на 14-е сутки порядка 1,1÷1,3 МПа, что не превышает допустимые значения.

После снятия опалубки на боковых поверхностях наблюдается незначительный рост напряжений в пределах допустимых значений.

3. Выводы по результатам расчетов температурного режима и термонапряженного состояния бетонированных блоков стен помещения компенсатора давления

На основании результатов расчетов температурного режима и термонапряженного состояния бетонированных блоков стен помещения компенсатора давления в рассмотренных условиях (при температурах воздуха от +5 до 25°C) рекомендуется следующее:

- температура бетонного основания не должна быть ниже +5°C. Максимальная температура бетонной смеси при укладке в блоки не должна превышать +28°C. Минимальная температура бетона при бетонировании при среднесуточных температурах воздуха от +5 до +10°C не должна быть ниже +15°C;
- снятие опалубки с боковых поверхностей стены может быть произведено при достижении разницы между температурой бетона в центре блока и температурой бетона на расстоянии 5 см от боковой поверхности 10°C;
- при бетонировании стен при температурах воздуха до +15°C верх блока сразу после бетонирования укрывается легким тепловлагозащитным материалом с коэффициентом теплопередачи $\beta = 5 \div 10$ ккал/м²ч°C и полиэтиленовой пленкой;
- в более теплый период (при температуре окружающего воздуха выше +15°C) верх стены в период выдерживания конструкции укрывается материалом типа дорнита, который орошается водой, причем температура воды, используемой для увлажнения, должна быть равной температуре бетона конструкции.